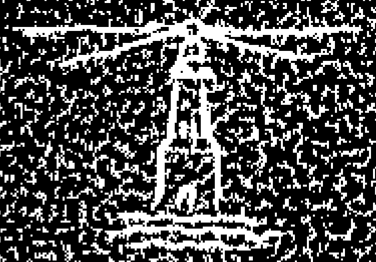


الفيزياء والفلسفة

تأليف: جيمس جينز

ترجمة جعفر رجب



دار المعارف

الفيزياء والفلسفة

تأليف : چيمس چينز

ترجمة جعفر رجب



دار المعارف

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج . م . ع .

المحتويات

مقدمة المؤلف

الهدف من هذا الكتاب باختصار هو تناول - وإلى حد ما - اكتشاف الإقليم الفاصل بين علم الطبيعة والفلسفة فهذا الإقليم الذى اعتدنا أن نعتبره سخيفا جدا ، أصبح فجأة مثيراً جداً ، وهاماً ، نتيجة للتطورات الحديثة فى الفيزياء النظرية .

إن الإثارة الجديدة تتجاوز بكثير المشاكل المتخصصة للفيزياء والفلسفة ، وتصل إلى مسائل تمس الحياة الإنسانية عن قرب شديد كمسائل المادية والإرادة الحرة ، لذلك آمل أن يثير هذا الكتاب اهتمام الكثيرين ممن لا يشتغلون بالفيزياء أو الفلسفة ، ولهذا الغرض جعلت المناقشة يسيرة قدر الإمكان متجنبا النقط المتخصصة ما وسعنى ، وحيث لم أتمكن شرحت هذه النقط ، كما حاولت أن أرتب الكتاب بحيث تهيئ قراءة الفصلين الأولين مع الفصل الأخير ، نظرة عامة مفهومة للقضية الرئيسية ، وخلاصة لكل الفصول ، وهناك كثير من القراء سيفضلون البدء بهذه الفصول الثلاثة .

ولا حاجة لى لكى أضيف أنى بالنسبة للفلسفة من الدخلاء ، وليس من بين نواياى أن أضع مرجعا فى مسائل الفلسفة الخالصة ، وإن شئت أن أختار عنوانا جانبيا لكتابى فلعله يكون « تأملات فيزيائى فى بعض مشاكل الفلسفة » .

وأسجل هنا بامتنان شكرى للسير فردريك بريمان لقراءته كل تجارب المطبعة ، وللسير آرثر أدينجتون لقراءته جزءاً منها (رغم أننا لم نتفق دائما) ، كما أشكر لهما وللأستاذ ج . ب . س هالدان ، الانتقادات والاقتراحات المختلفة ، كذلك أتوجه بالشكر لزوجتى لمساعدتى فى نقل مستنسخاتى على الآلة الكاتبة .

٨ يوليو ١٩٤٢

ج . هـ . جينز
دور كينج

مقدمة المترجم

الموضوع الذى يتناوله هذا الكتاب من الموضوعات التى تعرض لها كثيرون من مشاهير علماء الطبيعة ، فمنذ مطلع القرن الحالى أخذت اكتشافات ونظريات علم الطبيعة تذهل البشر وتقلب حياتهم ، وتلح بأفكارها ومضموناتها على عقول الفلاسفة ، وكيف لا والفلسفة تتأثر بالعلوم والأفكار السائدة فى عصرها ، وواجب علماء الطبيعة وقد أخرجوا هذا القدر الهائل من المعارف أن يقدموها لغير المتخصصين فى لغة مفهومة .

كتب « ماكس بلانك » مبتكر نظرية الكم « نظرة عامة على النظرية الفيزيائية » ، ووضع « أنيشتين » صاحب نظرية النسبية « تطور علم الطبيعة » ، ووضع « شرودينجر » العلم والنظرية والانسان ، أما « هيزنبرج » فله مؤلف يحمل نفس عنوان كتابنا وهو « علم الطبيعة والفلسفة » ، والأخيران من مشاهير الفيزيائيين فى عصرنا الحديث ، وهذه الكتب وغيرها تتعرض لنفس الموضوع وهو علم الطبيعة وعلاقته بالفكر الإنسانى عامة ، وهى ليست كتبا متخصصة فى الفلسفة ، فمؤلف هذا الكتاب يختار له عنواناً جانبيا « تأملات عالم طبيعة فى بعض مشاكل الفلسفة » ، لأن كتابه كما يرى ليس مرجعاً فلسفياً ولكنه سياحة على الحدود التى تفصل أو تربط بين الفلسفة وعلم الطبيعة .

صاحب هذا الكتاب هو سير جيمس هوبوود جينز (١٨٧٧ – ١٩٤٦) وهو عالم فلك إنجليزى مشهور ، ومن البارزين فى الطبيعة الرياضية ، ولد فى

لندن وتعلم فيها حتى تخرج من كمبردج ، وعمل بها وأقام فترة فى الولايات المتحدة ، واشتغل محاضرا فى الرياضيات ، والرياضيات التطبيقية ، وسكرتيرا للجمعية الملكية وأستاذاً للفلك بالمعهد الملكى ، ووصل إلى منصب رئيس الجمعية الملكية الفلكية ، وحصل جينز على تقدير كبير ومراكز فخرية وشرفية من بلاده ، ومن الولايات المتحدة والهند وأيرلندا ، وتزوج مرتين وأنجب بنتاً وابنا ، وعاش حياة هادئة مكرسة للإنتاج ، واتصف بالخجل والبعد عن الأمور التى يعتبرها ثانوية .

وقائمة إنجازات سير جينز تجعل منه واحداً من كبار العلماء فى كل العصور ، وفى رأى بعضهم أنه آخر الحلقات المتبقية من الأساتذة العظماء لتقاليد القرن التاسع عشر فى الميكانيكا النيوتونية ، ففى الفيزياء طور النظرية الحركية للغازات ودرس الإشعاع وعلاقته بالإلكترونات الطليقة ، وفى الفلك تخصص فى نشأة الكون ودرس آثار الجاذبية على حركة النجوم ، وتناولت أبحاثه النجوم المزدوجة والماردة والقزمة والغازية ، والمجرات ومصادر الطاقة النجمية ، وله نظرية مشهورة فى نشأة المجموعة الشمسية ، وكذلك اتجه إلى الفلسفة فى مؤلفاته التى تخاطب غير المتخصصين مثل « الكون الغامض » — وقد ترجمه إلى العربية الدكتور مصطفى مشرفة ، « والنجوم فى مسارها » ، والخالق عند سير جينز هو أعظم عالم رياضى ، وهو يرى أن الرياضيات هى الشىء الوحيد الموجود ، وأن الصيغ الرياضية هى الحقيقة الموضوعية الوحيدة فى هذا الكون ، مما يذكرنا بآراء الفيثاغوريين فى الأعداد ، وعنى جينز بتوسيع مبدأ « عدم التحديد » الذى وضعه هيزنبرج إلى مفهوم فلسفى ، وسنرى فى هذا الكتاب كيف تطورت دراسته للإلكترونات إلى آراء فوق طبيعية ، وهو لا ينفرد بهذا الاتجاه ، فمن قبله وضع أدينجتون عالم الفلك الإنجليزى المشهور نظرية فى ذاتية المعرفة ، وكذلك

أبرز هيزنبرج لا معقولية منهج العلم الطبيعي فعنده أن ميدان العلم « ليس هو ما نراه ونلمسه وندركه موضوعيا فقط ، وإنما كذلك ما يدور في أفكارنا . . وهو ما يشبه المسرح السريالي عندما تعتلي خشبته شخصيات لا تعيش إلا في خيال الآخرين فهي امتداد للواقع الملموس » ، وقد جلبت مثل هذه الآراء هجوم أصحاب النزعة المادية ، وجعلتهم يصفون سيرجيتز بأنه فيثاغورث معاصر.

يتميز سيرجيتز بمقدرة سحرية على التبسيط ، فقد وصفه النقاد بأنه : « أستاذ العبارات الخلابة ، وصاحب الخيال الخصب والقلم المطواع » ، وأن « موهبته غير العادية تقرب أعقد النظريات من الجماهير » ، لهذا صارت أعماله غير المتخصصة من أفضل الكتب توزيعا .

هذه البساطة في العرض قد تغري بعض الأشخاص على اعتبار الفيزياء أو الفلسفة من العلوم التي يسهل الخوض فيها ، ولكنها خدعة كبيرة يوقعهم فيها هذا الساحر الكبير ، إن بعض المسائل التي يتناولها في عرضه تعتبر من أعقد ما قد يتعرض له العقل ، لقد كان « جانوس » هو الرب الحارس للمنزل في الأساطير الرومانية ، وكان له وجهان ينظر بأحدهما إلى داخل المنزل وبالآخر إلى خارجه ، وكاتبنا هنا يقف أمام قصره العلمي ولكن للترحيب والحفاوة ، فهو لا ينقل بصره عن تخصصه ، ولكن وجهه الآخر يبتسم مرحبا بالضيوف والزوار العابرين ، وهو دور قام به من قبل – سيد العارفين – أرسطو ، فكان في أول النهار يلقي دروسه على طلبته المنتظمين وفي آخره يلقي محاضرات مبسطة على جمهور أقل انتظاما وكان لها شهرة كبيرة في العالم القديم .

وقد حاولت في ترجمتي للكتاب أن أحافظ على وضوح المعنى وسلاسة العرض ما أمكنني ، وزودت الكتاب ببعض الهوامش التي قد يستفيد منها

القارئ العربى ، خاصة وأن غالبية الإشارات التى لجأ إليها المؤلف أوروبية ، وأرجو أن يجد القارئ فى هذا الكتاب ما يفيده ، وأن يتسامح مع ما يراه فيه من أوجه نقص ، وأن يعتبره مدخلا متواضعا إلى مملكة العلم والفلسفة .

جعفر رجب

علم الطبيعة والفلسفة

PHYSICS & PHILOSOPHY

الفصل الأول

ما هى الفيزياء ؟ وما هى الفلسفة ؟

يتقدم العلم عادة على هيئة خطوات صغيرة ، بحيث يكون من الصعب على الباحث المدقق أحياناً أن يرى أكثر من بضع خطوات أمامه ، ولكن قد ينقشع الضباب ، ونجد أنفسنا على ربوة تكشف مساحة واسعة من الأرض مما يكون له نتائج باهرة ، إن علماً بأكمله يبدو وكأنما يعاد تنظيمه ، فالمعارف الصغيرة تتجمع معاً بطريقة غير متوقعة ، وأحياناً يكون لصدمة التعديل أثرٌ على علوم غيرها وأحياناً تحول مجرى الفكر الإنسانى بأكمله .

مثل هذه الحوادث نادرة ، ولكن ترد إلى الخاطر أمثلة عليها ، فماذا كانت نتائج نظام كربرنيق الفلكى عندما حل محل فلك العصور الوسطى ، كانت الأرض مركز الكون – ثم رأى الإنسان أن وطنه ليس هو المركز الثابت المهيب للكون الذى يدور من حوله كل شىء ، إنما هو من ضمن الشظايا المادية التى تدور حول نجم عادى من النجوم العديدة فى السماء .

أو لنفكر فى مضمونات علم الحياة لدارون – وكيف رأى الإنسان أن جسده لم يكن مصمماً خصيصاً من أجله كسيد للمخلوقات ، بل هو من أثر التكيف

التحسين لأجساد حيوانات أخرى سبقته على الأرض وكانت سلفه الحقيق ، وثبت أن المخلوقات الأرضية كلها تمت إليه بصلة القرابة وإن كان قد تفوق عليها فلأنه ولد فى الفرع الذكى من العائلة الكبيرة .

وثالث الأمثلة نجده عندما انتشر نظام نيوتن الميكانيكى وقانونه للجاذبية ، لقد وجد الناس أن الأجرام السماوية لا يجوز أن تخشى أو ترجى مشورتها فى شئون البشر ، فما هى إلا قطع من المادة الجامدة تتحرك وفقاً لقوانين كونية وبدا أن نظريات نيوتن تفترض أن كل الأجسام حتى أصغرها تخضع لنفس القوانين الكونية ، وبرغم أنه لم يمكن التحقق من ذلك ، فإن نتيجة هذا الفرض هو أن كل الحركات آلية بطبيعتها ، وإن أحداث المستقبل لابد أن تنتج من الماضى فى جبرية كما لو كانت إحدى الآلات .

فإذا كان هذا النظام يحكم المادة الحية وغير الحية ، فمن الواضح أن قضية حرية الإنسان فى الاختيار بين الخير والشر ، أو فى اختيار طريقه فى الحياة ما هى إلا وهم كبير .

ثورة رابعة حدثت فى علم الطبيعة ، تتعدى نتائجها علم الطبيعة ، بل هى تؤثر فى نظرتنا العامة للكون ، لأنها تؤثر فى الفلسفة ، وفلسفة أى عصر تخضع للعلم الذى يسود ذلك العصر ، فأى تغيير جذرى فى العلم يتبعه رد فعل فى الفلسفة ، وهذا هو الحال فى هذه القضية فالتغييرات فى الفيزياء لها لون فلسفى متميز ، والاستجواب المباشر للطبيعة عن طريق التجربة ، قد كشف عن الخلفية الفلسفية التى كان العلم يسلم بخطئها حتى الآن .

ومن الطبيعى أن يؤثر التصحيح اللازم فى الأساس العلمى للفلسفة ، ومنها فى تناولنا للمشاكل الفلسفية لحياتنا اليومية . فمثلاً هل نحن مسيرون أو مخيرون ؟ وهل العالم مادى أو ذهنى فى جوهره النهائى ؟ أو هو الاثنان معاً ؟ فإن كان

فأيهما الأساس ؟ هل العقل من خلق المادة أو المادة من خلق العقل ؟ هل العالم الذى ندركه حسيًا فى المكان والزمان هو عالم الحقيقة النهائية أو هو مجرد ستار يخفى وراءه حقيقة أعمق ؟

إن الهدف الأول من هذا الكتاب هو أن يناقش العلاقة المتبادلة بين الفيزياء والفلسفة ، وعلى حين تستعمل المناقشة اصطلاحات عامة ، فإن لها بالطبع علاقة خاصة بالتطورات الحديثة ، وبتأثيراتها على المسائل الفلسفية ذات الطابع الذى ذكرناه . ولكن فى البداية هيا نبحث فى أسئلة عامة مثل : ما هى الفيزياء ؟ وما هى الفلسفة ؟ .

ما هى الفيزياء

تشتق الفيزياء والفلسفة أصولها من العصور المظلمة حين بدأ الإنسان يميز نفسه عن أسلافه البدائيين مكتسباً خصائص عاطفية وعقلية جديدة ، صارت فيما بعد علاماته المميزة ، أهمها حب الاستطلاع العقلى الذى أثمر الفلسفة ، وحب الاستطلاع العملى الذى انتهى إلى العلم .

وجد الإنسان البدائى ، الذى ألقى فى عالم لا يفهمه ، أن راحته ورخاءه بل حتى حياته معرضة للخطر بسبب رغبته فى فهم الطبيعة فهى بمظاهرها المختلفة قد تيسر عليه حياته لكنها يمكن أن تنقلب ضده ألا يحدث أن تتبدل أشعة الشمس الواهبة للحياة والغيث اللطيف بالرعود والأعاصير؟ أوحى له هذا بمشاعر من الرهبة والخوف كتلك التى يحسها تجاه الحيوانات الضارية والأعداء من البشر الذين يهددون حياته ، ودفعه هذا إلى أن يطبق أهواءه على الأشياء الجامدة المحيطة به ، فملأ دنياه بأرواح وعفاريت وآلهة وآلهات كبيرة وصغيرة وعبدها لدرجة أن « الطبيعة بأكملها كانت مجموعة من الشخصيات الحية » ، كما قال

أندرو لانج . ومثل هذه التخيلات لم تقتصر على سكان الكهوف والهمج بل حتى طاليس Thales الملطى (٦٤٠ - ٥٤٦ ق.م) الفلكى والمهندس والفيلسوف آمن بأن «كل الأشياء عامرة بالآلهة» .

وخلع الإنسان البدائى على هذه الشخصيات صفات وخصائص على درجة من التحديد تماثل ما يصف به أصدقاءه وأعداءه الحقيقيين ، وفى تصرفه هذا لم يكن مخطئاً كلية ، فقد أوجدها اعتياد الإنسان على تكرار الأحداث ، حتى الحيوانات تفعل نفس الشيء ، فهى تتحاشى المكان الذى عانت فيه تجربة مؤلمة ظنًّا منها أن ما يؤلم مرة يجوز أن يؤلم ثانية ، وتعود إلى المكان الذى وجدت فيه طعاماً ، على اعتبار أنه موضع يرجي وجود الغذاء فيه ، إن ما كان مجرد أفكار مترابطة فى مخ الحيوان ترجم إلى قوانين طبيعية فى عقل الإنسان المفكر ، وأدى هذا إلى اكتشاف مبدأ تماثل الطبيعة ، فما حدث مرة سوف يحدث ثانية إذا تكررت الظروف ، وحوادث الطبيعة لا تقع اعتباطاً بل وفقاً لنسق لا يتغير ، وبمجرد التوصل إلى هذا الاكتشاف أصبحت العلوم الطبيعية ممكنة ، فهدفها الأول هو الكشف عن نسق الأحداث على قدر ما يحكم وقائع العالم غير الحى .

الوضعية المنطقية Positivism

هذه المرحلة البدائية من التطور البشرى هى التى وصفها أوجست كومت Auguste Comte (١٧٩٨ - ١٨٥٧) بمرحلة الإيمان بالقوة السحرية للأصنام fetishism وإن كانت الآن تسمى الإحيائية animism ، فى هذه المرحلة اعتقد الإنسان أنه يستطيع تحوير مجرى الحوادث وفق إرادته ولمصلحته الشخصية ، عن طريق التأثير على الآلهة والأرواح التى ملأ بها دنياه ، تارة

باتباع سياسة الاسترضاء بالتعبد والقرابين وتارة أخرى عن طريق الصلوات والرقى واالتعويذات .

يقول كومت إنه بمضى الوقت آلت مرحلة الإحيائية إلى مرحلة ثانية هى المرحلة الميتافيزيقية metaphysical ، حيث صارت الآلهة والأرواح مشخصة ، وأبدلت بقوى وأنشطة وطبائع من الصعب تصورها – وفى هذه المرحلة يبدو العالم محكوماً « بقوى حيوية » و « أنشطة كيمائية » ، و « مبدأ للجاذبية » وما شابه ذلك ، وفى النهاية نطلق على ذلك اسم « الطبيعة » ، برغم أننا نشير إليها كما لو كانت شخصاً عاقلاً ، وعند ذلك يخرج مجرى الحوادث من تحكم الإنسان .

ويرى كومت أن هذه المرحلة الميتافيزيقية لابد أن تؤدى بدورها إلى مرحلة ثالثة هى المرحلة الوضعية « positivist فالقوى » التى طردت الأرواح والآلهة سوف تُطرد بدورها ، ولن يبقى فى العالم إلا الأحداث التى ليس لها شرح أو تفسير يمكن تقديمه ، وواجب العلم الآن أن يكتشف القوانين التى تتفق مع الأحداث – وهذا ما نسميه « نمط الحوادث » .

كمثال على هذا ، نذكر أن الإنسان البدائى اعتبر الشمس إلهاً واهباً للحياة ، على حين اعتبرها الإغريق عربة إله تجرها الخيول ، وفى عصر لاحق أقل وثنية افترض أن الملائكة موكولة بدفع الشمس والقمر والكواكب ، وبصيانة حركة الأفلاك السماوية التى تثبت فيها النجوم البعيدة ، وانتهت هذه المرحلة الإحيائية عندما ألغى تقدم العلوم فكرة إله الشمس بخيله وعرباته والملائكة بأفلاكها السماوية . وعلى وجه التحديد انتهى هذا عندما أوضح كوبرنيق أن الحركة الظاهرية للشمس والقمر والنجوم عبر السماء تنتج عن الدورة اليومية للأرض ، فى حين يمكن تفسير حركة الكواكب بين النجوم على

أنها تدور حول شمس ثابتة ، وكان فى هذا مقتدياً بالتعاليم السابقة لفيثاغورث وأرسطارخوس وغيرهما وحتى عندما اكتشف كپلر الأشكال الصحيحة لهذه المدارات بعد ذلك بستين عاماً فقط افترض أن هناك « قدرة » أو « تأثيراً » للمحافظة على حركة الكوكب ، وأن هناك انبثاقاً ماديًّا من الشمس يحث الكواكب على الحركة ولولاه لخمدت حركتها بهذا دخل علم الفلك مرحلته الثانية .

وأبقى نيوتن على « قوة » الجاذبية ، لكنه كان متنبهاً للمشاكل الفلسفية الناجمة عن ذلك ، فعندما هاجمه ليبنتز لإدخاله كيفيات غيبية ومعجزات فى فلسفته أجاب : « إن فهم حركات الكواكب تحت تأثير الجاذبية بدون معرفة سبب الجاذبية ، لهو تقدم فى الفلسفة يشبه فهم تركيب إحدى الساعات واعتماد تروسها كل على الآخر ، بدون معرفة سبب جاذبية الثقل الذى يحرك الآلة » .

بهذا بدأ الفلك يخطو نحو المرحلة الثالثة التى لم يبلغها بالكامل إلا مؤخراً ، فعالم الفلك اليوم لا يدعى أنه يفهم لماذا تتحرك الكواكب بطريقة معينة ، بل هو يقنع بمعرفة أن حركة الكواكب يمكن وصفها بدقة شديدة وباختصار إذا تصورناها تقع فى فضاء منحن .

اعتقد كومت أنه لا مفر من أن يمر أى علم بهذه المراحل الثلاث على التعاقب ، واشتهر هذا بـ « قانون المراحل الثلاث » بل إنه ادعى أن العلوم المجردة يمكن ترتيبها فى هذا التسلسل : الرياضيات ، الفلك ، الفيزياء الكيمياء ، الأحياء ، الاجتماع .

حيث يكون كل علم :

(ا) أقدم تاريخيًّا .

(ب) أبسط منطقيًّا .

(جـ) أشمل فى تطبيقه من ابعلم الذى يتلوه فى القائمة .

على هذا تتغيب بعض العلوم ذات الأهمية الفائقة فى عصرنا الحديث كالجيولوجيا وعلم النفس من هذه القائمة ، لأنها لا تجد لها موضعًا ، ولكن إذا أدمجنا العلوم الصغرى مع الكبرى فإن القائمة تتخذ الوضع الأبسط التالى :

الرياضيات ، الفيزياء ، الأحياء ، الاجتماع وبهذا تتحقق المميزات التى زعمها صاحب القائمة .

ومضى كومت ليدعى أن كل علم فى هذه القائمة مستقل عما يتلوه وأنه يصل إلى المرحلة الختامية أو الوضعية قبل سواه ، ولما كانت الرياضيات قد بلغت المرحلة الوضعية منذ البداية ، فهذا يصل بنا إلى أن الفيزياء تعتمد على الرياضيات فقط ، وأنها أول العلوم التجريبية التى وصلت إلى المرحلة الوضعية وسنبحث هذا فى حينه ، ولكن فلنبحث أولاً فى الطبيعة الحقيقية لعلم الفيزياء .

المعرفة الفيزيائية :

يعيش كل إنسان حياته العقلية داخل سجن لا مهرب منه ، هو الجسم البشرى وصلته الوحيدة بالعالم الخارجى من خلال أعضاء الحس ، كالعيون والآذان . . فهى أشبه بنوافذ ننظر من خلالها إلى العالم الخارجى فنستقى معلوماتنا عنه ، والذى تنقصه الحواس الخمس لا يعرف شيئاً عن هذا العالم ، فهو لا يملك أداة للاتصال به ، ولن يكون فى عقله إلا امتداد لما كان فيه عند ميلاده .

فى الإنسان العادى ، تستقبل أعضاء الحس هذه مؤثرات كإشعاعات ضوئية وأمواج صوتية . . . . إلخ من العالم الخارجى ، هذه تحدث تغيرات كهربية تنتقل عن طريق الأعصاب إلى المخ ، حيث تحدث تغييرات من نوع

آخر ، نتيجة عمليات لا نفهم منها شيئاً ، وبهذا يحصل العقل على المدركات الحسية perceptions من العالم الخارجى كما يسميها هيوم Hume ، هذه بدورها تعطى انطباعات وأفكاراً impressions & ideas ، فالانطباع يدل على إحساس أو عاطفة أو شعور عندما يظهر المدرك الحسى فى العقل ، والفكرة تدل على ما يتبقى من المدرك الحسى بعد أن يزول تأثيره المباشر ، مثلاً تذكر الانطباع أو تكراره فى الحلم .

بهذا لا يخرج ما فى عقل الإنسان عن ثلاثة أشياء ؛ ما كان فيه وقت الميلاد ، وما دخله عن طريق أعضاء الحس ، وما نمى فيه من هذين عبر عمليات النظر العقلى بل إن هناك من أنكر الجزء الأول بأكمله ، متفقين مع الفيلسوف الإنجليزى هوبز Hobbes (١٥٨٨ - ١٦٧٩) على أنه : « ليس هناك تصور فى عقل الإنسان لم يمر أولاً على أعضاء الحس » . أو فى عبارة أسبق للفلاسفة المدرسيين :

(nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu)

أى « ليس فى الفهم شىء لم يكن من قبل فى الحواس » .

وفكر غيرهم مع ليبنتز Leibniz (١٦٤٦ - ١٧١٦) فى أنه يجب تصحيح العبارة بإضافة الكلمات الآتية (nisi intellectus ipse « أى » ماعدا الفهم ذاته) فتصبح العبارة كالآتى :

« ليس فى الفهم شىء لم يكن من قبل فى الحواس ما عدا الفهم ذاته » ، وسنعود لهذه المسائل بالتفصيل عندما نحتاج إليها فى بحثنا .

عندما ينمى إنسان محتواه العقلى فإنه يكتسب معرفة جديدة ، وهذا يحدث عندما ينشأ اتصال بين العالمين الموجودَيْن على جانبى أعضاء الحس ، عالم الأفكار فى عقل الإنسان المفرد ، وعالم الأشياء الخارج عن عقول الأفراد وهو

مشترك النسبة لنا جميعًا .

ودراسة العلوم تزودنا بهذه المعرفة الجديدة ، فالفيزياء تزودنا بمعرفة دقيقة لأنها مبنية على قياسات دقيقة ، والفيزيائى قد يعلن مثلاً أن الوزن النوعى للذهب ١٩,٣٢٠ وهو يقصد بهذا أن النسبة بين وزن قطعةٍ ما من الذهب إلى ما يماثلها حجمًا من الماء هى ١٩,٣٢ ، وقد يقول إن طول موجة الخط هـ ا فى طيف ذرة الهيدروجين ٠,٠٠٠٠٦٥٦٢٨ من الستيمتر ومعنى هذا أن النسبة بين طول موجة الضوء هـ ا إلى الستيمتر هى ٠٠,٠٠٠٠٦٥٦٢٨ ويكون تعريف الستيمتر أنه جزء محدد من قطر الأرض ، أو طول قضيب معين من البلاتين ، أو مضاعف محدد لطول موجة أحد خطوط الطيف لعنصر الكدميوم ، هذه الأقوال تدخل معرفة حقيقية فى عقولنا ، لأن فكرة الأرقام وفكرة النسب ، مألوفتان لعقولنا ، وهكذا تحدثنا هذه العبارات عن أشياء جديدة فى لغة قابلة للفهم .

تعبر كل نسبة عن علاقة بين شيئيْن لا نفهم كلاً منهما على حدة ، كالذهب والماء مثلاً ، فعقولنا لا تستطيع أن تخطو خارج سجنها لكى تعلم علم اليقين ، ما هو الذهب أو الماء ، أو ذرة الهيدروجين أو الستيمتر أو الطول الموجى ، فهذه الأشياء موجودة فى العالم الغامض خارج أعضاء الحس ، ونحن على صلة بها عن طريق الرسائل التى نتلقاها منها من خلال نوافذ الحس ، هذه الرسائل لا تدلنا على جوهر هذه الأشياء ، إلا أن عقولنا تعرف وتفهم النسب التى هى أعداد خالصة ، وإن كانت تتعلق بكميات غير مفهومة ، وعن طريق هذه النسب التى هى أرقام نستطيع أن نكتسب معرفة حقيقية عن العالم الخارجى .

إن المادة الخام لأى علم لابد أن تتكون من حقائق متجمعة ، وقيم النسب التى تحدثنا عنها هى المادة الخام للفيزياء ، ولكن مجموعة من الحقائق ليست

علماً أو كما لاحظ بوانكاريه Poincare فإن كومة من الحجارة ليست منزلاً - فعندما نبدأ فى بناء منزلنا أى فى ابتكار علم من العلوم ، فلابد أولاً من أن نوفق بين مجموعة من الحقائق ، عندئذ نجد أن عددًا كبيراً من الحقائق المنفردة يمكن أن نلخصه فى عدد أقل من القوانين العامة ، وهذا بالفعل هو أعظم وأشمل الحقائق العلمية كما توضح الدراسة التجريبية - فالحجارة تتلاصق وتتشارك بطبيعتها الداخلية كى تشكل منزلا ، أو باختصار فإن أفعال الطبيعة تخضع للمنطق ، فالمنزل يخضع لتركيب منطقى وليس مجرد كومة من الحجارة ، هذا المنزل ستكون له ملامح خاصة معلومة ، وبذلك نفهم الأسلوب الذى تجرى عليه الأحداث .

فى الطبيعة تكون الأحجار المنفصلة أعدادًا ، والنسب التى ذكرناها وملامح المنزل هى علاقات بين مجموعة من الأعداد ، هذه العلاقات يسهل حفظها وشرحها إذا وضعناها فى صيغ رياضية ، هكذا يتركب منزلنا العلمى من مجموعة من الصيغ الرياضية ، وبهذه الطريقة وحدها نعبر عن نمط أحداث الطبيعة .

ولنضرب لذلك مثلاً ، يجد الفيزيائى أن طيف ذرة الهيدروجين يتكون من الخط هـ ا الذى ذكرناه سابقاً ، وأيضًا من عدد هائل من خطوط يمكن تمثيلها بـ هـ ب ، هـ ج ، هـ د ، .... إلخ .

والأطوال الموجية لهذه الخطوط أمكن قياسها ، ووجد أنه من السهل التعبير عن العلاقة التى تربطها فى صيغة رياضية ، وهذا بالضبط هو الأسلوب الذى بنى عليه منزل الطبيعة العلمى : عدد كبير من الحقائق المنفصلة التى شاهدناها تتجمع فى صيغة رياضية واحدة ، ومعلوماتنا عن عالم الطبيعة نعبر عنها من خلال مجموعة من مثل هذه الصيغ .

تمثل الطبيعة على هيئة صور :

كان فى ذلك صعوبة ، هى أن عقولنا لا ترحب بالمعرفة المعبر عنها فى قالب رياضى مجرد ، فقدراتنا العقلية وصلت إلينا عبر سلسلة من التطور ، فى كل مرحلة منها لم يكن الاهتمام الأول لأسلافنا هو الفكر فى الخطوات النهائية للطبيعة ، ولكن الانتصار فى صراع الحياة أو كيف تقتل غيرك بدون أن تقتل ، ولم يحدث هذا عن طريق التأمل فى صيغ رياضية ، بل عن طريق التكيف مع الحقائق العملية والمشاكل اليومية المباشرة ، ومن يفشل فى هذا ينتهى ، ونقل إلينا أسلافنا عقولاً مهيئة للتعامل مع الحقائق المادية أكثر من المفاهيم المجردة ، ومع الخصوصيات أكثر من العموميات ، عقولاً ترتاح أكثر للتفكير فى الجوامد ، فى السكون والحركة أو فى الجذب والدفع والتأثيرات أكثر منها فى محاولة هضم الرموز والصيغ ، فالطفل الذى يبدأ فى تعلم الجبر لا يتقبل بسهولة س ، ص ، ع ولكنه يقتنع عندما نخبره أن هذه ما هى إلا مجموعة من التفاح أو الكمثرى .

بنفس الطريقة لم يكن الفيزيائيون فى جيل سابق مرتاحين لـ س ، ص ، ع التى استخدمت لوصف الأسلوب الذى تجرى عليه أحداث الطبيعة ، فدأبوا على تفسير هذه الرموز فى لغة الأشياء الملموسة المادية ، وحسبوا أنه إذا وجد طراز أو أسلوب ثابت فلابد أن هناك آلة تستمر فى العمل على هذا الطراز ، وأرادوا أن يفهموا هذه الآلة ، وكيف تعمل ؟ ولماذا تعمل بهذا الأسلوب بدلا من غيره ؟ وكانوا يسلمون أو على الأقل يأملون فى إثبات إمكانية تشبيه المكونات النهائية لآلة الطبيعة بأشياء مألوفة لهم مثل ، المغزل أو كرات البليارد أو المواد الهلامية أو النحلة اللفافة وفى وقتٍ ما كانوا يطمعون فى تركيب نموذج تحتذيه

ظواهر الطبيعة ، وبذا يمكن التنبؤ بها جميعاً .

وفكروا أن مثل هذا النموذج يتفق مع الحقيقة الكامنة خلف الظواهر الطبيعية ، ولم يضع أحدهم فى اعتباره الموقف الذى قد ينشأ إذا اكتشف نموذجان كل منهما يكرر ظواهر الطبيعة بصورة كاملة .

مثل هذا الموقف لا يخلو من إثارة ، فلو اكتشفنا مثل هذين النموذجين الذين يمكن استخدامهما فى التنبؤ بظواهر الطبيعة ، فأى مقياس يصلح للمفاضلة بينهما ؟ لو وجدنا أحدهما يفسر ظواهر الطبيعة كلها فإن الآخر قد يتقدم ليقوم بنفس المهمة ، أى أنه يجوز لأى نموذج أن يدعى أنه ينوب عن الحقيقة ، والنتيجة أنه لا يصح الربط بين أى نموذج وبين الحقيقة .

واليوم ، فإننا لا نمتلك هذا النموذج الكامل المثالى ، بل ونعترف بأنه لا فائدة من البحث عنه ، فمن الجائز ألا يكون له معنى مفهوم بالنسبة لنا ، لأن الطبيعة لا تمارس عملها بالطريقة التى يمكن توضيحها لعقولنا عن طريق النماذج والصور .

إذا كنا نفسر نظاما معقدًا أو طريقة عمل آلة ، فلكى نكون مفهومين لابد أن نتحدث إلى المستمعين بلغة يفهمونها ، وبمصطلحات الأفكار المألوفة لهم وإلا فلن يكون لكلامنا معنى ، فليس من المستحسن مثلا أن نقول – لجماعة من الهمج – إن الزمن التفاضلى للإزاحة الكهربية يساوى دوران القوة المغناطيسية مضروباً فى سرعة الضوء ، وبنفس الطريقة إذا أردنا للطبيعة أن تكون مفهومة لنا فلابد أن يكون ذلك بلغة الأفكار الموجودة فى عقولنا – وإلا أصبحت مبهمة لا تضيف لمعرفتنا شيئاً ، ورأينا فيما سبق أن هناك ثلاثة أنواع من الأفكار فى عقولنا ؛ أفكار موجودة فى عقولنا منذ الولادة ، وأفكار دخلت عقولنا

كمدركات حسية ، وأفكار تطورت عن هذه الأفكار الأولية من خلال التفكير والاستدلال .

مثل هذه الأفكار التى بدأت كمدركات حسية ، ودخلت عقولنا عن طريق الحواس الخمس ، يمكن أن تصنف على أساس الحاسة التى دخلت منها ، وعلى هذا الأساس يحتوى أى عقل على أفكار بصرية وسمعية ولمسية ... إلخ ، إلى جانب أفكار أساسية كفكرة العدد والكمية التى قد تكون موجودة منذ الولادة أو دخلت عقولنا من خلال حواس متعددة ، كما يحتوى أفكارًا أكثر تعقيدًا نتجت عن تركيب وتجميع أفكار بسيطة مثل : الجمال الفنى أو الكمال الأخلاقى ، أو السعادة النهائية أو «كش ملك» أ وحرية التجارة وأنه لمن العبث أن نحاول تفهم الطبيعة بدون اللغة الفكرية التى تنتمى لهذه الأنواع . مثلا ، إذا أردنا أن نشرح وظيفة الأوركسترا نستعمل مصطلحات موسيقية مثل طبقة الصوت . وشدته وحدته ، ولكن هذا الشرح لن يفهمه رجل ظل طوال حياته أصم لأنه لا يملك أفكاراً سمعية وأيضًا لن نتمكن من شرح منظر طبيعى أو لوحة زيتية لرجل كفيف ، لأن اللون والإضاءة أفكار بصرية وهذا الرجل لا يملك أيًا منها .

فلا هذه الأفكار المعقدة ، ولا غيرها من الأفكار التى دخلت عن طريق السمع والتذوق والشم مثل ذكريات عشاء جيد أو حفلة موسيقية يمكنها أن تساعدنا فى تفهم سير الطبيعة الجامدة ، ولعل سبباً واحداً يكفى لهذا هو أن أياً من هذه الأفكار ليس له علاقة مباشرة بإدراكنا الحسى للامتداد المكانى ، وهو أحد الأساسيات الواجب تفسيرها فليس لدينا إلا الأفكار الرئيسية كالعدد والكمية ، والأفكار التى دخلت عقولنا عن طريق حاستى البصر واللمس ، ومن بين هاتين الحاستين يمدنا البصر بأفكار أكثر حيوية وأهمية من اللمس ، لأننا

نعرف العالم حولنا بالنظر إليه أكثر من لمسة وإلى جانب العدد والكمية فإن أفكارنا البصرية تشمل الحجم أو الامتداد فى المكان ، والموضع المكانى والشكل والحركة ، والأفكار اللمسية تشمل هذا كله بطريقة أقل حيوية ، وتشمل أيضًا أفكاراً لمسية خالصة مثل الصلابة والضغط والتصادم والقوة ، فإذا أردنا لتفسير الطبيعة أن يكون مفهوما فعلينا أن نعتمد على أفكار من هذا القبيل .

تفسيرات هندسية للطبيعة :

بذلت محاولات متعددة من أجل تفسير الطبيعة اعتمادا على أفكار بصرية فقط ، مستخدمة أساساً فكرتى الشكل – أى الصور الهندسية والحركة . ولنضرب لذلك أمثلة ثلاثة من العصور القديمة والوسطى والحديثة هى :

١ – اعتقاد الإغريق بأن الطبيعة تفضل الحركة الدائرية لأن الدائرة هى الشكل الكامل هندسيًا ، وهو تفسير ظل رائجاً حتى القرن الخامس عشر الميلادى (انظر ص ١٤٥) على غير اعتبار لتناقضه مع الواقع .

٢ – النظام الذى وضعه ديكارت محاولاً تفسير الطبيعة بلغة الحركة والدوران (ص ١٤٨) وهو الآخر يتناقض والواقع .

٣ – نظرية أينشتين لنسبية الجاذبية ، وهى فى صورة هندسية صرفة ، وهى على قدر معرفتنا تتفق تماماً مع الحقائق . . وسنتناولها بالتفصيل فيما بعد (ص ١٦٢) .

وباختصار تخبرنا هذه النظرية أن الجسم المتحرك أو شعاع الضوء يسير فى أقصر الخطوط من موضع لآخر ، أو بعبارة أخرى يسير تقريباً فى خط مستقيم بمقدار ما تسمح الظروف ، مثل هذا الخط يطلق عليه اسم الجيوديسى ،

Geodesic ، وهذا الجيوديسى ليس موجودًا فى الفضاء المعروف ، بل فى فضاء مثالى ذى أربعة أبعاد ينتج عن إدماج الزمان والمكان ، وهذا الفضاء ليس فقط رباعى الأبعاد بل هو أيضًا منحن ، وهذا الانحناء هو الذى يمنع الجيوديسى من أن يصير خطاً مستقيماً ، ولقد بذلت محاولات متعددة لتفسير الظواهر الكهربية والمغناطيسية بطريقة مماثلة لكنها لم تنجح حتى الآن .

قد يكون وصف هذا الفضاء رباعى الأبعاد بأنه فكرة بصرية موجودة فى عقولنا أمراً بعيد الاحتمال ، فلعله مجرد فضاء عادى منحناه قدرًا من التعميم ، ولكن فى هذه الحالة يكون هذا التعميم خارجاً عما استقر عليه العرف ، إن عالم الرياضيات المتمرس قد يستطيع أن يتفهم هذا الفضاء بطريقة جزئية ومبهمة ، ولكن من المستحيل على غيره أن يفهم هذا الفضاء على الإطلاق ، وإذا لم نسلم بأن عقل الشخص العادى فيه فكرة عن هذا الفضاء المنحنى رباعى الأبعاد ، فليس أمامنا إلا الإقرار بأن جانبًا كبيرًا من العالم لا يمكن فهمه بلغة الأفكار البصرية .

وحتى لو وجدنا هذا التفسير الهندسى فإنه لن يقنع عقولنا المعاصرة بما فيه من دقة وكمال ، لقد كان العقل الإغريقى يجد تفسيرًا مقنعًا فى افتراض أن النجوم أو الكواكب تتحرك فى أشكال هندسية كاملة ، فقد كان هذا العقل يرى أن العالم كمالٌ ينتظر فقط من يشرحه ، وهنا وجدوا جانبًا من الشرح ، أما نحن فعقولنا تفكر بطريقة مخالفة ، والتفاؤل قد ترك مكانه للتشاؤم إلى حد لا يسمح بالثقة فى هذا الميل للكمال ، فإذا قيل إن كوكباً يتحرك فى دائرة كاملة أو فى شكل جيوديسى أكمل فإننا نتساءل لماذا ؟

إن جيوتو Giotto عندما رسم دائرته الكاملة [1] لم يكن قلمه مجبراً على أى نوع من الكمال ، وإلا كان ينبغى أن نتمكن جميعًا من رسم دوائر كاملة ،

ولكن عضلاته كانت تحرك القلم بمهارة فائقة ، إننا نريد أن نعرف ما الذى يزود الكواكب بدليلها ، وهذا يحوجنا إلى أن نضيف للأفكار البصرية الخالصة ذات الشكل الهندسى أفكاراً لمسية .

التفسيرات الميكانيكية للطبيعة :

التفسيرات التى تأتى بأفكار لمسية : كالقوى والضغوط والشد تكون بطبيعتها ديناميكية أو ميكانيكية ، وليس من الغريب أن مثل هذه التفسيرات قد جربت من أيام الإغريق إلى الآن ، إن أسلافنا غير المتحضرين اضطروا للتفكير فى القوى العضلية أكثر من الدوائر الكاملة والجيوديسيات ، ويخبرنا أفلاطون أن أناكساجوراس Anaxagoras الفيلسوف ، رغم أنه يستطيع تفسير الطبيعة على أنها آلة . وفى أزمنة أحدث ظن نيوتن Newton وهايجنز Huygens وغيرهما أن التفسيرات الوحيدة الممكنة للطبيعة ميكانيكية ، وعلى هذا كتب هايجنز ١٦٩٠ :

« فى الفلسفة الحقيقية يعبر عن أسباب كل الظواهر الطبيعية بمصطلحات ميكانيكية ، وفى رأيى أن علينا أن نفعل هذا وإلا فلنتخل عن كل أمل فى فهم أى شىء فى الفيزياء » .

وربما كان الإنسان العادى فى زماننا يؤمن بآراء مماثلة ، وأى تفسير لا يستخدم لغة الميكانيكا سيبدو غير قابل للفهم ، كما حدث لنيوتن وهايجنز ، لأنه عندما يحرك شيئاً فهو يجذبه أو يدفعه عن طريق عضلاته ، ولا يمكنه تصور أن الطبيعة لا تقوم بحركاتها بطريقة مماثلة .

ويقدم نظام نيوتن الميكانيكى محاولات لتفسير الطبيعة فى لغة ميكانيكية ، وقد تدعم على مر الزمن بتصورات ميكانيكية للكهرومغنطيسية قدمها مكسويل

Maxwell ، وفاراداى Faraday (ص ١٦٤) كلها رأت العالم مجموعة من الجسيمات تتحرك بتأثير الدفع والجذب من جانب جسيمات أخرى ، هذا الدفع والجذب يماثل ما تفعله عضلاتنا بالأشياء التى نلمسها .

وسوف نتبين فيما بعد كيف لحق الفشل بهذا التفسير وبغيره من التفسيرات الميكانيكية ، لقد أوضح لنا تقدم العلم بالتفصيل لماذا فشلت وستفشل جميع هذه التفسيرات وسنذكر هنا سببيْن بسيطيْن لهذا الفشل .

السبب الأول : تقدمه نظرية النسبية ، فجوهر التفسير الميكانيكى أن كل جسيم فى أى نظام ميكانيكى يحدث دفعًا أو جذبًا حقيقيًّا ومحددًا ، ولذلك ينبغى أن يكون موضوعيًّا من حيث قياس كميته أو كيفيته بمعنى أن يظل قياسه ثابتًا مهما اختلفت طريقة القياس ، تماماً كما تتساوى قراءة ميزان زنبركى مع قراءة ميزان ذى صنج لثقل معين ، ولكن نظرية النسبية تظهر أن الحركة إذا أخذت فى الاعتبار مع القوة ، فسيختلف تقدير هذه القوة كميا وكيفيا باختلاف سرعة الراصدين الذين يقيسونها ، وكل من هذه القياسات المختلفة له الحق فى أن يعتبر صحيحاً تماماً ، وهكذا لا تعتبر القوى المفترضة موضوعية ، وإنما هى تركيبات عقلية نصنعها لأنفسنا فى محاولتنا لتفهم عمل الطبيعة وسنرى نماذج أوضح على هذا فيما بعد .

والسبب الثانى : تقدمه نظرية الكم ، فالتفسير الميكانيكى يتضمن أن جسيمات الكون تتحرك فى المكان والزمان ، وأن حركتها محكومة بعوامل تتحرك أيضاً فى المكان والزمان ، ولكن نظرية الكم أوضحت أن الأنشطة الأساسية للطبيعة لا يمكن تمثيلها على أنها تقع فى المكان والزمان ، فهذه الأنشطة ليست ميكانيكية بالمفهوم العادى للكلمة .

على أية حال فليس هناك تفسير ميكانيكى مقنع أو نهائى ، وحتى لو فرضنا

أن النسق الذى تجرى عليه أحداث الطبيعة يمكن تفسيره على أساس أن المادة تتكون من ذرات كرية صلبة ، وأن كلاً منها أشبه بكرة بليارد صغيرة ، فسيبدو هذا التفسير الميكانيكى لأول وهلة متكاملاً ، ولكننا سرعان ما سنجد أنه أدخلنا فى حلقة مفرغة ، فهو يفسر كرات البليارد على أنها ذرات ، ثم يعود فيفسر الذرات على أنها مثل كرات البليارد ، وفى النهاية لا نكون تقدمنا خطوة نحو فهم كرات البليارد أو الذرات ، وكل التفسيرات الميكانيكية عرضة لانتقادات مشابهة فهى كلها من نوع «أ مثل ب و ب مثل أ» ، ونحن لن نضيف شيئاً عندما نقول إن آلة الطبيعة تعمل مثل عضلاتنا إذا لم نفسر كيف تعمل عضلاتنا ، وها نحن نصل إلى أن عقولنا لا تقتنع بغير تفسير ميكانيكى ، وأن هذا التفسير الميكانيكى لا قيمة له ، وفى النهاية نجد أننا لن نفهم الجوهر الصادق للحقيقة .

الوصف الرياضى للطبيعة :

بين تقدم العلم أن تمثل الطبيعة فى شكل مصور يمكن أن تتفهمه عقولنا المحدودة أمر مستحيل ، لقد عادت بنا الدراسة إلى المفهوم الوضعى للفيزياء ، فإذا كنا لا نفهم أحداث الطبيعة فلنقتنع بوصف النمط الذى تسير عليه فى مصطلحات رياضية ، ولن يكون لنا هدف آخر إلى أن نمتلك حواساً أخرى أكثر مما لدينا ، وقد يختلف مجال علماء الفيزياء فى سعيهم لفهم الطبيعة ، فيكون أحدهم يمهد التربة والثانى يبذر والثالث يحصد ولكن فى النهاية فالمحصول دائماً مجموعة من الصيغ الرياضية التى لن تصف الطبيعة نفسها ولكن مشاهداتنا لها ، والدراسة لا يمكنها أن تضعنا على صلة مباشرة بالحقيقة ، لأننا لن نغوص خلال الانطباعات التى تطبعها الحقيقة على عقولنا .

برغم أنه ليس فى استطاعتنا أن ننشئ تمثلاً مصورًا يكون صادقًا مع الطبيعة ومفهوماً لعقولنا فى آن واحد ، إلا أن هذه التمثلات أو الأمثلة قد تجعل بعض جوانب الحقيقة قابلة للفهم ، والحقيقة الكاملة لا تسمح بتمثلات مستساغة الفهم ، ولهذا فكل تمثل أو مثال محكوم عليه بالفشل على نحوٍ ما ، كان علماء الفيزياء فى الجيل الماضى عاكفين على وضع التمثلات المصورة والأمثلة ، وتكرر وقوعهم فى خطأ معاملة أنصاف الحقائق هذه على أنها حقائق كاملة ، ولم يلاحظوا أن كل التفاصيل المجسمة لهذه الصورة بما فيها من أثير حامل للضوء وقوى كهربية ومغنطيسية وذرات والكترونات إنما هى رداء ألبسوه لرموزهم الرياضية ، وأنه لا مكان لها فى عالم الحقيقة بل فى الأمثلة التى حاولوا بها تفهم الحقيقة ، فمثلا عندما افترضوا بالملاحظة أن الضوء له طبيعة الموجات ، اعتادوا أن يصفوه على أنه تموجات فى وسط صلب متجانس من الأثير الذى يملأ كل الفضاء ، والحقيقة المؤكدة الوحيدة فى ذلك الوصف هى فى كلمة « تموجات » ، وحتى هذه الكلمة لابد أن تفهم بمعناها الرياضى الضيق والباقى كله إسهاب فى الوصف أدخلناه لنساعد به عقولنا المحدودة ، لقد نقل عن كرونيكر[٢] أنه قال :

« فى الحساب خلق الله الأعداد والباقى من صنع الإنسان» وعلى نفس المنوال نقول إنه فى الفيزياء خلق الله الرياضيات والباقى من صنع الإنسان.

خلاصة ما سبق أن علم الفيزياء يسعى إلى كشف نمط الأحداث التى تتحكم فى الظواهر التى نشاهدها ، ولكننا لن نعرف أبداً ما يعنيه هذا النمط ؟ أو كيف نشأ ؟ وحتى إذا دلنا عليه من هو أذكى منا فسيكون التفسير عسيرًا على الفهم ، إن دراساتنا لا تضعنا أبدًا أمام الحقيقة ، ولا مفر من أن يظل معناها الصادق وجوهرها محجوبين عنا إلى الأبد.

ما هى الفلسفة ؟

كانت هذه هى الفيزياء ، أما الفلسفة فإن الحديث عن تعريفها أصعب وبرغم أن غالبية الفلاسفة كانت لهم نظراتهم الخاصة والمختلفة فى ذلك ، لم يتوسع إلا قلة منهم فى البحث عن تعريف لها. عرفها هوبز (١٥٨٨ – ١٦٧٩) بأنها :

« معرفة النتائج من أسبابها ، والأسباب من نتائجها » ، وبعبارة أخرى فالفيلسوف يختلف عن عالم الفيزياء فى أنه يحاول الكشف عن نمط الأحداث فى العالم على نطاق واسع ليس فى الطبيعة الجامدة وحدها ، وكان لهيجل رأى آخر ، فقد عرف الفلسفة على أنها : "die den kende Betrachtung der Gegenstânde" أو « دراسة المواضيع بالفكر والتأمل » – وهذا يوحى بعلاقة – وإن كانت مختلفة بالعلم الذى يدرس المواضيع بالتجربة والاستقصاء المباشر ، وعلى حين أن العالم يشتغل فى معمله أو حقله أو فى السماء المضيئة بالنجوم ، فإن معمل الفيلسوف هو مخه ، وأيًّا كان الأسلوب الذى نعرف به كلاً من العلم والفلسفة فإنهما متجاوران ، وحيث ينتهى العلم تبدأ الفلسفة ، وكما أن للعلم أقسامًا كثيرة فكذلك للفلسفة ، وعلى جانبى الحد الفاصل بين العلم والفلسفة نجد أن قسم الفيزياء يقابله قسم الميتافيزيقا ، والفاصل هنا محدد بوضوح إذا أخذنا برأى الوضعية المنطقية فى الفيزياء فعندها لابد أن نتفق مع كومت على أن مهمة الفيزياء هى الكشف عن الحقائق وصياغتها ، أما التفسير والمناقشة فمن شأن الفلسفة ولكن فى إمكان الفيزيائى أن يحذر الفيلسوف مسبقاً كى لا يتوقع أى تفسير قابل للفهم عن أنشطة الطبيعة .

على ضوء هذا التجاور بين العلم والفلسفة لا نستغرب أن كثيراً من الفلاسفة

كانوا علماء للفيزياء فى نفس الوقت منذ بداية التاريخ المدون حتى نهاية القرن السابع عشر ، فالأسماء الرنانة فى الفلسفة ، مثل طاليس وأبيقور وهيراقليطس وأرسطو وديكارت وليبنتز كانت أسماء كبيرة فى العلم أيضًا .

وسيكون من المستحيل أن نفهم العلاقة الحقيقية بين الفيزياء والفلسفة قبل أن نلقى لمحة على بعض الأشكال التى اتخذتها الفلسفة على مجرى تاريخها الطويل ، وليست هذه محاولة للإحاطة بالتاريخ العام للفلسفة فهو أمر خارج عن نطاق كتابنا ، ولكن فلنحاول أن نتتبع علامات بارزة فى هذا التاريخ .

الفلسفة القديمة :

تكاد الفلسفة الأوربية القديمة تكون كلها إغريقية ، وبالنسبة للإغريق كانت الفلسفة تعنى ببساطة ما يدل عليه اسمها « حب الحكمة » ، ولكن فكرة الحكمة عندهم لم تكن مماثلة لفكرتنا ، فقد كانت حكمتهم مبنية على النظر والتخمين والتأمل أكثر منها على المعرفة الأكيدة أو الحقائق الثابتة فتلك كانت بعيدة عن تقبلهم ، وباختصار كانت الحكمة عندهم أبعد عن الأسلوب العلمى من حكمتنا ، ومع ذلك ظلت على صلة بالعلم فقد احتوت على قدر من المعرفة الحقيقية عن الرياضيات والفيزياء والفلك ، بالإضافة إلى اهتمام كبير بالتأمل فى علوم الكون ، وفى التركيب الأساسى للعالم وفى القوانين التى تحكم نظام الأحداث .

ولكن الفلسفة عند الإغريق كانت أكثر اهتمامًا بفن تسيير الحياة العامة والخاصة ، مفضلة أن تناقش مواضيع مثل : غاية ومعنى الحياة ، والمبادئ الخلقية للتصرف ، وأجدى السبل لتنظيم المجتمع البشرى وأفضل الأشكال للحكومة ، وللتعليم . . . إلخ ، إلى جانب مواضيع أخرى أقرب إلى التجريد

وهى أيضاً قريبة من ذلك مثل معنى العدالة والحقيقة والجمال ، وعلى العموم كان الفيلسوف هو الذى ينظر إلى ما وراء الحياة اليومية الرتيبة ، والذى يشق طريقه فى الحياة متفعًا بالحكمة التى تجمعت لدى الجنس البشرى ، والتى كانت قليلاً من المعرفة المختلطة بكثير من الاستنتجات النظرية توصل إليها عن طريق التأمل والاستدلال المجرد والمناقشة .

فلسفة العصور الوسطى :

ثم أتت العصور المظلمة التى خبا فيها الضوء الباهر للثقافة الإغريقية ، وفى تلك الفترة ظهرت المسيحية وغزت جزءًا كبيرًا من العالم ، مدخلة أنماطاً أخلاقية جديدة ، وشكلت آراء الإنسان حول معنى وغاية الحياة ، وبهذا الدور سيطرت على جانب كبير من اختصاص الفلسفة ، فأتت بحلولٍ لمشاكل كانت محلاً للنقاش الفلسفى ، واعتبرت هذه الحلول منزهة ومعصومة من الخطأ ، فإن تصريف الحياة لا ينبغى البحث عن سبيله فى دراسة الفلسفة أو تدريب العقل بل فى تعاليم الدين .

وإذا كانت الفلسفة قد حافظت على أى وجود فى تلك الفترة فقد كان ذلك من خلال الكنيسة التى حاولت تطعيم العقائد الدينية على المبادئ القديمة للفلسفة الإغريقية ، وكانت دراستها مقتصرة على رجال الدين وعلى الأخص الرهبان ، ولغتها هى اللاتينية لغة الكنيسة برغم أنها لم تكن من اللغات الحية .

كانت الفلسفة الإغريقية معنية أساساً بمشاكل المواطنة والأخلاق والبحث عن الخير والجمال ، على حين كانت الفلسفة الوسيطة تهتم بدقائق وفتاوى العقيدة الدينية ، وكانت الفلسفة الإغريقية تحاول أن تتقدم عن طريق الفكر والتأمل المحكوم ، على حين كانت فلسفة العصور الوسطى تحاول ذلك عن طريق

أساليب عقيمة من القياس والماحكات المنطقية .

كانت الفلسفة الإغريقية تسعى نحو الارتقاء إلى ما هو أفضل ، على حين ظلت الفلسفة الوسيطة تحاول أن تغرس تقبلاً لا يناقش للسلطة القائمة واستسلاماً للنظام الذى لا يتغير ، ولم تعد كلمة السر هى "excelsior" أى الأفضل بل "Semper eadem" أى على نفس النمط .

وإن كان العلم قد بقى له بعد كل ذلك وجود ، فقد كان علماً ربط نفسه كما نعلم ببحث عقيم عن حجر الفلاسفة وإكسير الحياة وبالسيمياء والتنجيم ، والسحر والفنون السوداء ، كان علماً ذا أهداف نفعية لا قيمة لها .

فلسفة عصر النهضة :

فى منتصف القرن الخامس عشر ، لاحت بوادر ضوء جديد ، فقد أفسحت ظلمة العصور المقبضة مكانها لفجر جديد من النشاط العقلى والروحى ، وفى المائة والخمسين عاماً الأولى من هذا العصر الجديد انصب الاهتمام على الإنسانيات فقد أتى الإلهام من الآداب الكلاسيكية ، وبحلول القرن السابع عشر بدأ اهتمام علمى جديد يظهر ، متخذاً نمطاً فكريًّا أبعد عن النفعية وبدأ بهذا إرساء دعائم العلم الحديث .

وبدأ الاهتمام بالفلك ، كانوا فى العصور الوسطى يحسبون أن الكون عبارة عن أرض مركزية الجحيم من تحتها والسماء من فوقها ، حيث يجلس الإله على عرشه من فوق القدس إلى أبد الآبدين . . على حين يدور الشمس والقمر والنجوم من حول كرة الفلك السماوية التى تدفعها الملائكة باستمرار حول الأرض وكل شىء مصمم خصيصًا ليوفر أكبر قدر من الراحة لسكان الأرض ، ثم ذهبت كتابات كوبر نيق وأفكار برونو ومشاهدات جاليليو بهذا العالم إلى غير

رجعة ، وبدأ عالم آخر يبنى مؤسسا على فلك جاليليو Galileo وكبلر Kepler ونيوتن .

وسرعان ما مرت الفيزياء بتغير مشابه ، أصبح الآلهة والآلهات الوثنية نسياً منسيًّا ، ولم يعد هناك مجال لاعتبار الطبيعة كمجموعة من الشخصيات الحية تتعامل مع بعضها وتتدخل فى أحوال البشر وفق نزواتها ، فقد بدأ الإنسان يتساءل عن الطبيعة : ما هى ؟ وكيف تعمل ؟ وجاء وقت صورت فيه كآلة هائلة من تروس وقضبان وأذرع لا يزيد أحد أجزائها عن ناقل للحركة التى يتلقاها من الأجزاء الأخرى منتظراً نبضة جديدة ليعاود الحركة .

أدخل هذا تبسيطاً جميلاً على الطبيعة غير الحية ، لكنه فى الوقت نفسه هدد بإقحام تبسيط غير مستساغ فى الحياة البشرية ، فمن خلال هذه النظرة للطبيعة نمت فلسفة مادية على يد هوبز كمدافع رئيسى عنها ، رأت أن العالم بأكمله يتركب من مادة وحركة ، وأن المادة هى الحقيقة الوحيدة ، وأن كل الحوادث من أى نوع لا تخرج عن كونها حركة للمادة ، والإنسان ما هو إلا حيوان ذو جسم مادى ، تنتج أفكاره وعواطفه على حد سواء من الحركة الميكانيكية لذرات جسمه .

فإن صح أن عالم الذرات يعمل وكأنه آلة مجبرة على نظام محتوم ، فسيهبط الجنس البشرى كله إلى مرتبة تروس الآلات ، فلا قدرة لإنسان على المبادرة وغاية ما يستطيعه هو توصيل الحركة ، ومحاولة دفع إنسان ليكون على خلق أو ذا نفع يشبه توجيه النصح للساعة كى تسير بدقة ، فحتى لو كان للساعة عقل فإنها لا تسير بمشيئة عقلها بل تبعًا لوزنها ووجهة بندولها ، ونحن إذن لا نختار طريقنا بل هو منتقى لنا تبعًا لنظام الذرات فى أجسامنا ، وما الحرية المتخيلة لإرادتنا إلا وهم كبير .

ومع ذلك فهذه الحرية الموهومة للإرادة هى التى بنى عليها الإنسان نظامه الأخلاقى وهى وحدها التى تعطى معنى لأفكاره عن الصواب والخطأ وعن الغاية والمسئولية الأخلاقية ، وهى حجر الزاوية فى الأديان التى تبلور أنبل تطلعاته وعواطفه ، عليها بنى آماله فى الجنة ومخاوفه من النار ، وبرغم التجارب التى يعانيها فى العالم ، فإن رؤيا المكافأة السخية التى تنتظره فى العالم الآخر بعثت فيه العزاء والسلوى ، هذه المكافأة تعوضه ألف مرة عن الكفاح الذى خاضه بإرادته ، اللهم إلا إذا جارى دانتى الذى واسى نفسه بتصوير العذاب الذى ينتظر أعداءه ، ولكن إذا كان البشر لا يزيدون على دفع وجذب بين الذرات ، فإن هذا كله يصبح عبثاً ، وبغير جدوى إذن كان تحمله للجوع وجراح الجسد ، وتركه للذات البشر المألوفة وأى فضل له على المتهالك على المتع والشهوات ؟

لم يسبق لسلسلة من الأفكار أن مست اهتمام البشر وحياتهم اليومية بهذا القرب ، فهى تتعرض لمسألة أهمية الإنسان فى النظام العام للكون ، ويحق لنا أن نتوقع لها صدى واضطراباً يقارن بنتائج اكتشافات كوبرنيق وداروين ، وكان هناك بالفعل من أظهر اهتمامًا عظيمًا بالمبدأ الجديد حتى أن بنتلى رئيس كلية ترينتى بكامبريدج كتب يقول : « إن الحانات والمقاهى بل وقاعة وستمنستر والكنائس كانت تتناقش فى هذا الرأى » وأبدى ملاحظته بأن ٩٩٪ من الإنجليز غير المؤمنين كانوا من أتباع هوبز .

إلا أن الإنسان العادى المؤمن ، لم يعط أهمية للمبدأ الجديد ، لأنه من ناحية لم يكن مهيأ لمواجهة مضمونه الدينى ، ولأنه لم يخاطب الإدراك السليم عنده ، كان واضحاً تمامًا فى عقله أن إرادته حرة ، حتى لو قادت المجادلات المبهمة إلى عكس ذلك ، كان يعنى أنه حر الاختيار فى كل لحظة من لحظات حياته ، وحتى لو كان مخطئًا فى ذلك فالعالم من حوله يدل على أنه عالم ذو

أنشطة لها غايات ، ألا يسعى المرء ويدرك النجاح ، لقد رأى فى نسيج الحضارة المعقد المتشابك سجلا شاهداً على إنجاز تحققه عقول مصممة تسعى من أجل غايات مختارة ، وليس ذرات تدفعها وتجذبها قوى عمياء عابثة .

لقد أعادت المذاهب العلمية الجديدة أفكاراً قديمة ، كانت تشكل جانباً كبيراً من حصيلة الفسفة واللاهوت ، عادت فى لغة أكثر تحديدًا ، رأينا كيف فسر أناكسا جوراس العالم على أنه آلة يتحرك كل جزء منها حسبما يوجهه جزء آخر ، ومن بعده اعتقد سينيكا Seneca أن الله « قدر كل الأشياء وفق قانون جبار للقدر خلقه ويخضع له بنفسه » ، وبعد ذلك بخمسة عشر قرناً اجتمع رؤساء الأساقفة ، والأساقفة وكهنة الكنيسة الإنجليكية فى لندن ١٥٦٢ وأقروا أفكاراً مماثلة ضمنوها فى « البنود الدينية » ، بل أمروا بطبعها فى كل كتب الصلوات ، وبعد ذلك بثمانين عاماً . جاء ديكارت الذى حرص على تجنب كل ما يخالف العقيدة القويمة للمسيحية وكتب يقول : « من المؤكد أن الله قدر الأشياء كلها سلفاً » وأن مقدرة الإرادة تكمن فى أننا نتصرف على غير وعى منا بأننا مجبرون على تصرف معين تمليه علينا قوة خارجية » .

وبعبارة أخرى فالآلة الهائلة تسلك سبيلها المقدر سلفاً ، أما نحن التروس الصغيرة فمجبرون بدون فهم على الاندماج فى حركتها ، وهو نفس ما كان العلم يوشك أن يقوله حول نفس الموضوع .

الدين والعلم

برغم أن نتائج العلم التقت مع التعاليم اللاهوتية حول مسألة الجبر وحرية الإرادة ، فإنها لم تتفق على الإطلاق مع التعليم الدينى البسيط ، فالواعظ البسيط لا يخاطب جماهيره الساذجة بأن الله قد قدر مسبقًا كل الأشياء بل يحثهم

على أن يحاولوا تحقيق ما يخضع لإرادتهم ، وأن يناضلوا من أجل الفضيلة والاستقامة ، وباختصار أن يسعوا نحو ما اعتبرته « البنود الدينية » أمراً مستحيلاً ، هذا الواعظ لا يقول لهم إنهم عاجزون عن الاختيار ، بل إن حياة خالدة من النعيم أو العذاب تتوقف على اختيارهم .

قد يقبل رجل الشارع أن يضع نفسه وأفكاره بغير تحفظ فى أيدى أئمته الروحيين ، ولكن هناك من يرى أن قضية حرية الإرادة قابلة للبحث ، وأن مهمة الفلسفة أن تقرر ذلك ، ومع ذلك فإن حكم الفلسفة يبدو وكأنه من النتائج المحتومة للجبرية ، ويقال إن فلسفة المرء محكومة بشخصيته أو فى عبارة فختِه Fichte

« أخبرنى عن نوع الرجل وأنا أدلك على الفلسفة التى يختارها » .

وإن تاريخ الفكر الإنسانى ليزودنا بما يؤكد صدق هذه الملاحظة كما قال الأستاذ رايت wright

« ما كان ينبغى لغير يهودى منبوذ فى القرن السابع عشر مثل سبينوزا أن ينتزع الجانب الميكانيكى من فلسفة ديكارت وهوبز ويعطيه تفسيرًا روحيًّا يهيئ لروحه المعذبة السلام والسكينة ، وما كان لغير المحبين المتحمسين للحياة النشيطة من أمثال ليبنتز وفخته أن يجدو موضعًا لتفاؤل مفرطٍ فى التطلع إلى حياة خالدة ذات نشاط لا يتوقف ، ومن سوى شوبنهور المحب العصبى الأنانى للنجاح ، الذى لا يميل للعمل من أجله ، من سواه يمكنه أن يرى فى ذلك التطلع مبرراً لفلسفة مفرطة فى التشاؤم وإنكار العالم ، إن فلسفة كل مفكر عظيم هى أهم ما فى سيرته » ونستطيع نحن أن نضيف بكل ثقة أن سيرة كل مفكر عظيم هى أهم ما فى فلسفته .

عندما ننظر فى غالبية كبار المفكرين لتلك الفترة نجد لهم سيرًا متشابهة فقد

عاشوا فى عصر متدين جدًا كان الجادون فيه يتعلمون لكى يعيشوا كمسيحيين مخلصين ، وعلى هذا فمعظم فلاسفة ذلك العصر برغم ظهورهم كباحثين موضوعيين عن الحقيقة بعيدين عن الهوى مقتفين لطريق العقل إلى حيث يقودهم ، برغم ذلك كله كانوا مقتنعين تماماً فى عقولهم أن رحلاتهم لن تنتهى إلا بتثبيت مؤزر للعقيدة المسيحية ، وبتفنيد للشكوك التى يثيرها العلم ، وأيًّا كان اقتناعهم الشخصى فإن العواطف الدينية القوية والسلطات الدينية المسيطرة دفعت بهم إلى التوصل لاستنتاجات تتفق مع تعاليم الكنيسة ، ومن توصل لغير ذلك عرض نفسه للخطر مثلما حدث لجوردانو برونو وجاليليو ، زد على ذلك أنه كان عصرًا لا يعد الصدق مع النفس من ضمن الفضائل ، وليس هذا إدانة للعصر فلعلنا نحن الذين نبالغ فى تقدير صدق المرء مع نفسه ولابد أن الإنسان المتفتح العقل سوف يجد أفكاره تتغير باستمرار تحت ضغط التجارب الجديدة ، فلو أنه رأى إمكانية وجود حلين لمشكلة واحدة فى وقت واحد ورأى أنهما لا يتوافقان معًا ، فليس هناك مبرر لعدم ترتيب الحجج المؤيدة لكل منهما لأنه سيقوم بذلك خيراً من شخصين معًا لا يمكن لأحدهما إلا أن يرى جانباً واحدا من المسألة وعلى أية حال فحتى أجرأ المفكرين فى ذلك العصر الذى نتناوله لم يجدوا حرجًا فى اقتراح مبادئ متناقضة تمامًا ، بل كان هناك مبدأ مقبول عن « الحقيقة ذات الوجهين » ، يزعم نوعاً من نسبية الحقيقة ، فالنتيجة التى قد تصدق فى الفلسفة ربما عدها اللاهوت زائفة والعكس بالعكس .

مثل هذه الاعتبارات أثرت فى اتجاهات الفلاسفة بقصد أو بدون قصد بل إن منهم من أقر بغايته النهائية ، فنجد كانت (Kant) فى كتابه « نقد العقل الخالص » "Critique of Pure Reason" يؤكد أن :

« علم الميتافيزياء له - كموضوع لمباحثه المناسبة - ثلاث أفكار كبرى هى الله

وحرية الإرادة ، والخلود ، وهو يهدف إلى توضيح أن المفهوم الثانى – مرتبطاً بالأول – لابد أن يؤدى إلى الثالث كنتيجة حتمية ، وكل الموضوعات الأخرى التى يشغل بها نفسه إن هى إلا وسائل للتوصل إلى هذه الأفكار والتحقق منها » .

وفى مقدمة نفس الكتاب شرح كانت كيف اضطر لتنحية المعرفة ليحل العقيدة محلها .

« لا يمكننى حتى أن أضع مسلمات الله والحرية والخلود – كما تتطلبها المصالح العملية للأخلاق – إن لم أحرم العقل النظرى من ميله نحو التبصر المتسامى » .

فى مثل هذه العبارات جعلت الفلسفة نفسها تابعة للاهوت ، لقد أفاقت الفلسفة من سباتها الطويل فى العصور الوسطى ، لتجد نفسها مقيدة بمهمة خاصة فمثلما كانت مهمة الفلسفة فى العصور الوسطى أن تزيل أى صدام بين الفلسفة والدين ، كذلك وجدت فلسفة عصر النهضة أنها ملزمة بتجنب أى صدام بين العلم والدين .

ديكارت Descartes

وأول فلاسفة تلك الفترة هو ديكارت (١٥٩٦ – ١٦٥٠) ، الذى تجاوز ما سبق أن قاله حول الجبرية ، وأراد قبل أى اعتبار آخر أن يحتفظ للإنسان بحرية الإرادة فى مواجهة الاعتبارات العلمية التى تلغيها ، لقد تصور أن صلب الموضوع بأكمله يكمن فى افتراض أن المخ يتكون من مادة عادية فإن أمكنه أن يفند هذا الفرض فسيصبح العلم عديم الضرر .

وعندما كتب كعالم فى الفسيولوجيا خمن أن المخ يتكون من سائل سماه الأرواح الحيوانية animal spirits وهـو ليس عقلاً ولا مادة بل هو وسط

بين الاثنين فالعقل يؤثر فيه إلى درجة تغيير اتجاه حركته وليس مقدارها ، لأن ديكارت اعتقد أن مقدار الحركة* لأى نظام مادى يجب أن يظل ثابتًا وهذا السائل يؤثر بدوره على المادة واعترض ليبنتز على هذا بأنه لا يكفى أن يبقى المقدار الكلى للحركة ثابتًا ، بل أيضًا كميتها فى كل اتجاه منفصل فى الفضاء ، وأن أى تغيير فى اتجاهات الحركة « للقوى الحيوية » سيغير بكل وضوح كميات الحركة فى تلك الاتجاهات المنفصلة .

على أية حال ، فعندما كتب ديكارت بصفته فيلسوفًا ومدافعًا عن المسيحية ، فقد أكد على أن العقل من طبيعة مختلفة تمامًا عن المادة ، ولا يمكنه أن يتصل بها ، وأن لها وظيفتين مختلفتين ، فعلى العقل أن يفكر وعلى المادة أن تملأ الفراغ ، والاثنان منفصلان تماماً بحيث لا يؤثر أحدهما فى الآخر ولو بدرجة ضئيلة ، وبهذه الطريقة تحررت الإرادة ولكن على حساب خلق مشكلة جديدة قدر لها أن تسيطر على الفلسفة لعدة أجيال لأنه إذا كانت إرادتى ليس لها صلة من أى نوع بمادة جسمى ، فكيف يمكنها أن ترغم جسمى على الاستدارة يمينًا أو شمالاً كيفما شاءت ؟ .

ترك ديكارت هذه المشكلة بغير حل ، ولكن بعضا من أتباعه مثل مالبرانش Malebranche وجولينكس Geulinex ومرسين Mesrsenne ممن يعرفون الآن بالفلاسفة العرضيين occasionalists حلوا المشكلة بما يريحهم ، وذلك بأن

* المؤلف : قصد ديكارت بالحركة ما نسميه الآن كمية الحركة (Momentum) ك ع أى الكتلة × السرعة ، لقد اعتقد أن Σ ك ع يظل بقيمة ثابتة حيث Σ تدل على مجموع كل الأجسام المتحركة ، وأدخل ليبنتز مفهوم الطاقة فى تاريخ لاحق ، ووصفها على أنها قوة (Vis Viva تساوى ك ع^{٢}) ووجد أن Σ ك ع^{٢} احتفظ بقيمة ثابتة ، وأكتشف أيضاً ثبات كميات التحرك Σ ك ع ، . . إلخ فى الاتجاهات المنفصلة فى الفضاء . لقد أراد ديكارت لقواه الحيوية أن تغير اتجاه الحركة محتفظة بثبات Σ ك ع . وكان اعتراض ليبنتز على أن هذا سيغير Σ ك ع س على حين لم تدخل الطاقة فى المشكلة إطلاقاً .

فرضوا أن رغبات عقولنا ما هى إلا أسباب عرضية أو اتفاقية لحركات أجسامنا ، أما السبب الحقيقى أو النهائى أو « الفعال » فهو الله ، والعقل والمادة لا يتفاعلان مباشرة ، بل هما يسلكان مسارات متوازية لا تتقاطع مع بعضها ، والإله الخير قد هيأ الأشياء بحيث تتوافق أنشطة العقل والمادة وتنسجم تمامًا مع بعضها ، وبحيث تسير فى خطوات متوازية فيبدو أحدها وكأنه يؤثر فى الآخر من غير أن يحدث ذلك فعلاً .

ولو أن هؤلاء الفلاسفة عاشوا فى عصرنا السينمائى ، لضربوا مثلاً بصناعة الأفلام السينمائية ، حيث ترتب الأصوات والحركات بحيث تظهر على الشاشة متزامنة ومنسجمة طوال العرض السينمائى ، فنرى جنديًا يتحرك بسرعة امتثالاً للأوامر ، وتبدو حركته كنتيجة منطقية مباشرة للأوامر وإن كانت لا تعدو أن تكون نتيجة لاتفاق سبق إعداده .

ليبنتز Leibniz

واتبع ليبنتز (١٦٤٦ – ١٧١٦) نفس الطريق فوصف مبدأ ديكارت حول تميز العقل والمادة بأنه « حجرة الانتظار المفضية إلى الحقيقة ، ولكنه لا يزيد على حجرة للانتظار » .

لقد سبق لجوردانو برونو أن افترض تكون العالم من عدد من الوحدات التى لا تنقسم ، وأطلق عليها اسم « المونادات » Monads وهى فى طبيعتها روحية ومادية فى آن واحد ، وكل إنسان وكل كائن حى لا يخرج عن كونه إحدى المونادات ، وهذه المونادات متميزة ومختلفة ولا تنحل إلى شىء أبسط .

افترض ليبنتز هو الآخر أن العالم يتكون من عدد هائل من الوحدات البسيطة التى سماها مونادات ، وإن كنا لا نعرف هل استعار التسمية من برونو

أولا ، هذه المونادات كما يقول ، هي الذرات الحقيقية للكون ، والمكونات النهائية لكي شيء وهي لا تملك شكلاً ولا حجما ولا قابلية للانقسام ، ومثلما برهن أفلاطون في محاورة « فيدون » على أن التحلل والفساد يتعلقان بالأشياء المركبة والقابلة للانقسام فقط ، فعلى نفس النحو تكون بساطة المونادات مانعة لها من التحلل والفساد ، ولهذا فهي بالضرورة أبدية وخالدة ، ونفس كل إنسان هي موناده واحدة ، وجسمه مجموعة من المونادات مختلفة الأنواع ، وكل الجواهر من طبيعة القوة* وتتكون من مراكز منفردة من القوة ، التي يجب أن تكون مونادات ، و « تقليدًا للفكرة التي لدينا عن النفوس » فلابد أن تحتوى المونادات على قدر من الشعور والشهوة ، فهذه المونادات روحية في طبيعتها ، وكما كتب ليبنتز تمثل أدنى المونادات الحيوانات في نشوتها ، والمونادات الأرقى لها إدراك حسى أوضح وقد منحت موهبة الذاكرة ، على حين أن الإله هو أسمى المونادات على الإطلاق ، ومادامت كل المونادات روحية في طبيعتها فلا يمكن للمادة أن يكون لها وجود حقيقي ، ويأتي الوهم من رؤية المونادات بطريقة خاطئة .

وهذه المونادات ليس لها نوافذ على العالم الخارجي ، تسمح لأي شيء أن يدخل إليها أو يخرج منها بحيث تحيا كل موناده حياة منعزلة تمامًا ، غير متأثرة بغيرها من المونادات ، وكل تغير فيها محكوم ومحدد بحالتها الداخلية فقط وهي لا يمكن أن توجد بغير أن يخلقها الله ، ولا أن تنعدم بغير أن يفنيها الله ، ومع ذلك فالله يحفظ كل المونادات في درجاتها عبر سلسلة من المسارات المتوازية .

ويسمي ليبنتز هـذا «بنظام التناسق الأزلي» System of Pre-established Harmony » ووفق هذا النظام ، تتصرف الأجسام كما

* قصد ليبنتز هنا بالقوة Force الطاقة energy أو Vis viva

لو كانت النفوس غير موجودة ، وتتصرف النفوس كما لو كانت الأجسام غير موجودة ، والاثنان يتصرفان وكأن أحدهما يؤثر فى الآخر » .

شرح ليبنتز ذلك مقارناً النفس والجسد (أو العقل والمادة كما يحلو لنا حاليًّا) بساعتين تشيران إلى نفس الوقت ، وهى مقارنة استخدمها الفلاسفة العرضيون من قبله ، فهناك ثلاث وسائل يمكن عن طريقها ضبط ساعتين كى تشيرا إلى نفس الوقت .

الوسيلة الأولى : أن نجعلها على اتصال وثيق من الناحية الفيزيائية ، بحيث تنقل كل منهما ذبذباتها إلى الأخرى ، وبحيث تتقدمان كوحدة واحدة ، ونلاحظ هنا أن ليبنتز يستعين بالتجارب العلمية المعاصرة له التى أجراها هايجنز ، ومع ذلك فهذا الحل الذى تقدمه الفلسفة العادية لابد من رفضه ، لأنه فى اعتقاد ليبنتز لا يمكن تصور أن ينتقل أى شىء بين العقل والمادة .

والوسيلة الثانية : أن يكون هناك صانع ساعات يواظب على التوفيق بينهما ، وهو ما يرفضه ليبنتز لأنه يستدعى تدخلاً مستمراً من إله يضبط الآلات من أجل «شىء طبيعى وعادى» .

والوسيلة الثالثة المتبقية هى : أن تصمم الساعتان منذ البداية على درجة من الكمال تجعلها متفقتين فى كل الأوقات .

هذه الوسيلة الثالثة هى نظام التناسق الأزلى ، ففى البدء خلق الله العقل والمادة بطريقة معينة ، بحيث يخضع كل منهما لقوانينه الخاصة ، وفى نفس الوقت يسيران بتوافق كامل كما « لو كان الله يتدخل دائماً لضبطها » .

وعندما نستخدم مثال ليبنتز ، نقول إننا بقدراتنا الضئيلة قد نصنع منبهاً ، ونضبطه بحيث يدق جرسًا فى الساعة التى نريدها ، فمن الأولى لصانع عظيم فى

قدرة الله أن يمكنه خلق جسد قيصر ، وأن يرتب ذراته مسبقاً بحيث تذهب إلى مجلس الشيوخ فى منتصف مارس Ides af March ، فى ساعة معينة ، لتقول كلمات معينة ، وهذا الصانع العظيم يمكنه ايضًا أن يخلق روح قيصر بالطريقة التى تجعلها تمارس انفعالات معينة على نمط سبق تقديره ، وفى لحظات سبق تقديرها ، ويمكنه أيضًا وفق مشيئته أن يقدر لانفعالات روح قيصر أن تتوافق وتتزامن مع حركات جسد قيصر ، وفى رأى ليبنتزأن هذا ما شاءه الله فعلاً .

عند ذلك نجد أنفسنا قد عدنا إلى نقطة البداية ، فإن ديكارت المتعطش إلى تأكيد حرية الإرادة قسم الكون إلى مكونيْن هما العقل والمادة اللذان لا يتفاعلان معًا ، وهنا برزت مشكلة هى كيف يمكن للعقل والمادة أن يسيرا فى خطوة واحدة بدون أن يتبادلا التأثير ؟ لتفسير ذلك اضطر ليبنتز أن يفترض أن أيًّا منهما ليست له حرية أكثر من الآلة ، فالآلة التى تجبر على الحركة ليس أمامها سوى تنفيذ سلسلة من الحركات المقدرة لها ، وبهذا صار كل عقل مجرد آلة ، وهى الخاتمة التى حاول ديكارت بكل تأكيد أن يتجنبها ، والتى نتكهن بأن ليبنتز كان يود تجنبها لو أنه استطاع ذلك .

كانت "Kant"

كان هذا هو الموقف عندما تقدم كانت لحله ، رأى أن مجادلات ديكارت وليبنتز لن تؤدى إلا لنتيجة واحدة ، كانا يحرصان مثله على تجنبها ، وإلى جانب اهتمامه الشديد كسلفيه بتقرير حرية الإرادة ، كان لديه مفهوم أوضح للعقبات التى تعترض سبيله « لأن الارتباط الكامل غير المتقطع للظواهر هو قانون طبيعى لا يتغير » ، وكتب يقول :

« إن الحرية مستحيلة إذا افترضنا أن الظواهر حقيقية صرفة ، ومن ثم

فالفلاسفة الذين يتحيزون للرأى الشائع فى هذا الموضوع لن ينجحوا فى التوفيق بين فكرتى الطبيعة والحرية .

لقد قصد كانت بالرأى الشائع ما قد يوصف الآن بالحقيقة الساذجة أو حقيقة الإدراك السليم "Common sense realism" وهذا الرأى يرفض كل دقائق الميتافيزيقا ، ويؤمن بأن الظواهر التى نشاهدها تتوافق بشدة مع حقائق العالم من حولنا ، فعندما نفكر مثلاً فى أننا نرى قطعة من الحجر فى نقطة ما من المكان ، ففى الحقيقة «هناك شىء يشبه كثيرا ما نتخيله عن قطعة من الحجر» وبذا فالعالم يكاد يكون ما يبدو عليه ، فهو يتكون ببساطة من الجسمات والأشياء التى نجدها ويخضع كما تبين لنا المشاهدة والتجربة لقانون سببى ، ولكن «كانت» يرى أنه لو كان هذا هو كل ما فى العالم فمن الواضح أن الإرادة لا يمكن أن تكون حرة .

ولكن من الناحية الأخرى ، وجد عديد من الفلاسفة أنه من الصعب عليهم تقبل الفرضية (Hypothesis) القائلة بأن الشىء هو تقريباً ما يبدو عليه ، وأنه لذلك مشابه للصورة الذهنية التى يحدثها فى عقولنا ، ففى رأيهم أن الشىء وصورته الذهنية هما من طبيعتين مختلفتين تماماً ، فقطعة الحجر والصورة الذهنية عن قطعة الحجر لا وجه للشبه بينهما مثلما لا يوجد شبه بين فرقة تعزف الموسيقى وبين سيمفونية ، وعلى أية حال فليس هناك سبب مقنع يبرر جعل الظاهرة أى الرؤيا الذهنية التى يبنيها العقل من تيارات كهربائية فى المخ – تمثل الأشياء التى أحدثت هذه التيارات فى البداية ، فمثلاً قد ألمس سلكاً مكهربا فأرى نجوماً ، ولكن النجوم التى أراها لا تمثل مطلقاً الدينامو الذى ولد التيار فى السلك الذى لمسته ، إن هذا التيار يحدث رؤيا فى عقلى تختلف كلية عن الشىء الذى خلق التيار ، ألا يجوز أن يكون هذا هو ما يحدث لكل ظواهر الطبيعة ؟

عندما ندرك شيئاً ما إدراكا حسيًّا ، فنحن ندرك بعض صفاته على الأكثر ، وغالباً ما نصل الى استنتاج بأن هذا الشيء ينتمي إلى مجموعة مألوفة من الأشياء التي تملك نفس الصفات ، فمثلاً نرى لوناً كالقطط ، ويتصرف كالقطط فنستنتج أننا رأينا قطة ، ولكن ربما كنا رأينا ظربانا مثلا وأخطأنا في التعرف على ما رأيناه ، مثال آخر : قد نرى شهاباً ضئيلاً حجمه أصغر من حبة البازلاء وهو يهوى من السماء ، هذا الشهاب سيرسل لمخنا تيارات كهربية مماثلة لتلك التي يرسلها نجم عملاق أكبر وأبعد من الشمس بملايين المرات ، والإنسان البدائي سارع فعلاً إلى استنتاج أن الشهاب الضئيل هو بالفعل نجم ، ومازلنا حتى الآن نسميه النجم الهاوى (Shooting star) ، من مثل هذه الأمثلة وغيرها من الأمثلة التي لا تحصى نرى أن شيئين قد يختلفان على أوسع نطاق في طبيعتهما الداخلية ، وبالرغم من ذلك يحدثان ظواهر متشابهة أو حتى متماثلة ، وإذا كان شيئان كالشهاب والنجم مثلاً لا يمكن أن يكونا مثل صورتهما الذهنية فلماذا نفكر أن أحدهما بمفرده يشبه هذه الصورة .

هكذا لم نعد نعتبر الأشياء عموماً مماثلة لصورها الذهنية ، فالصور لا تمثل الأشياء التي أحدثتها ولعل إدراكنا الحسى للعالم يتكون فحسب من تمثلات "representations" يركبها العقل من الأنشطة المتجهة نحو المخ ، وهي تشبه الحقيقة الخارجية قليلاً أو لا تشبهها على الإطلاق ، لعلها مثل الإشارات التلغرافية التي يبعث بها عامل الإشارة عبر الأسلاك ليخبرنا بالقطار الذى أوشك على الوصول ، فهذه الإشارات لا تشبه القطار أبداً ، ولعلها كما اقترح بولتزمان "Boltzmann" مجرد رموز بحتة علاقتها بالأشياء كعلاقة الحروف المكتوبة بالأصوات أو علاقة النوتة بالأنغام الموسيقية .

عندما اعتبر كانت أن الظواهر هي مجرد تمثلات ، احتج بأنها تنشأ عن شيء

غير الظواهر ، لدرجة أنه برغم ارتباط الظواهر بغيرها من الظواهر بقوانين سببية ، فإن أصولها لا ترتبط بنفس الأسلوب ولو اكتفينا بالاهتمام بالظواهر ، فإن مشاهداتنا تفترض أن السببية تحكم كل شيء ، ولكن إذا تمكنا من الاتصال بالحقيقة الكامنة خلف الظواهر فقد نرى الأمر على خلاف ذلك .

وفى صفحات تالية يبين كانت أن ملاحظاته لم يقصد بها إثبات « الوجود الفعلى للحرية actual existence af freedom. ولا حتى أنها ممكنة بل يكفيه : « أن الطبيعة والحرية على الأقل ليستا متضادتين فهذا هو الشيء الوحيد الذى نستطيع إثباته ، والمسألة التى علينا أن نحلها ، إلا أنه من الصعب علينا تقبل هذا على أنه حل « ممكن » لمشكلة حرية الإرادة الإنسانية ، فالشخص العادى لا تهمه الأصول الكامنة خلف الظواهر ، لأن الحرية التى يرغب فى تأكيدها لنفسه والتى يؤمن بالغريزة أنه يمتلكها هى حرية التحكم أو على الأقل التأثير – فى الظواهر أو كما يسميها « كانت » التمثلات ، تخيل مثلا أن رَجُلَيْن قد تطابقا فى تركيب جسميهما إلى أدق ذرة ، وقد وضعا فى بيئتين متطابقتين فى كل ذرة منهما ، فلو أننا فسرنا حرية الإرادة بالأسلوب الذى يقترحه « كانت » فلنا أن نتخيل أحدهما يمارس حريته وهو عازم على حياة قدسية ، فى حين يقرر الآخر فى الوقت نفسه أنه أميل للشهوانية ، وقبل أن يتخذا هذين الاختيارين ، فالظواهر بالنسبة لكليهما هى نفسها ، ولما كانت السببية تتحكم فى عالم الظواهر كما يفترض « كانت » فلابد لنتائج هذه الظواهر أن تكون هى نفسها بالنسبة للرجلين ، وستكون سيرتا الرجلين متطابقتين ؛ يؤديان نفس الصلوات ، ويشربان نفس المشروبات حتى أن الذين يخالطونهما لن يميزوا بينهما ، ويتبع هذا أن البشر ليست لهم مسئولية أخلاقية عن أفعالهم بل على الأكثر عن نياتهم ورغباتهم ، ومن الواضح أن هذا ليس ما يعنيه الرجل البسيط بحرية الإرادة ،

ولا هو ما أراد «كانت» أن يقرره ، أما المسألة نفسها فإن أهميتها الآن لا تتعدى النطاق الأكاديمى ، لأن العلم - كما سنرى - قد وجد أن الظواهر نفسها لا تحكمها قوانين السببية .

بالنسبة لمسائل أخرى إلى جانب مسألة حرية الإرادة الإنسانية التى مررنا عليها ، تبين أن مناهج العلم لا تؤدى إلا إلى استنتاجات العلم ، فإن كان على الفلسفة أن تتوصل إلى استنتاجات مختلفة فلابد لها أن تلجأ لمناهج أخرى ، أما إذا أرادت لنتائجها أن تتفوق على نتائج العلم فعليها أن تبرهن على أن مناهجها أجدر بالثقة من مناهج العلم ، وهو ما أدى إلى وضع المناهج العلمية تحت اختبار عسير لنقدها ، وإلى دراسة مركزة لبعض مشاكل ما نسميه الآن بنظرية المعرفة Epistemology وهى موضوع الفصل التالى .

الفصل الثانى

كيف نعرف

(من ديكارت إلى كانت وأدينجتون)

مصادر المعرفة

رأينا كيف تكتسب المعرفة بإقامة العلاقات بين عملية الفهم الداخلية من ناحية ، وبين حقائق العالم الخارجى المشترك بيننا جميعاً . ولعل الأمر كما لاحظ أفلاطون يكمن فى أن استعمال لغة مشتركة بين الناس مؤسس على افتراض أن مثل تلك العلاقات يمكننا جميعاً إقامتها .

فى الفترة التى كنا نتناولها بالدراسة ، أعلن العلم أن هناك مصدراً واحداً فقط لمعرفة حقائق ومواضيع العالم الخارجى ، هذا المصدر هو الانطباعات التى تصنعها على العقل من خلال الحواس ، ولكن انعدام الثقة فى الحواس ظل منذ أيام الإغريق أحد مواضيع الفلسفة الشائعة ، لأنه إذا كانت نفس الأشياء ونفس المواضيع فى العالم الخارجى تصنع انطباعات مختلفة على عقول مختلفة فما هو مكان العلم ؟ ولو أننا وثقنا بالانطباعات الحسية الفردية سنواجه بموقف عبر عنه بروتاجوراس (حوالى ٤٨١ – ٤١١ ق. م.) بقوله : « ما يبدو لى هو كذلك بالنسبة لى ، وما يبدو لك فهو كذلك بالنسبة لك » ، وكل فرد سيكون

الحكم الفيصل لنفسه فى الصدق ، ولن توجد أبداً أى معرفة موضوعية ، ومنذ الأيام المبكرة للفلسفة اليونانية ، أكد طاليس الملييتى قبل ميلاد المسيح بستة قرون على أهمية وجود أساس من الحقائق ، يكون مستقلاً عن أحكام الأفراد ، بحيث يصح أن تؤسس عليه المعرفة الموضوعية .

هذه الصعوبات لا يواجهها عالم الفيزياء الحديث ، الذى يمكنه أن يركن إلى أدواته وآلاته ، فهى تعطيه معلومات موضوعية تماماً وبعيدة عن الهوى ، ولكن هذه الصعوبات برزت حين لم يكن هناك من أدوات سوى الحواس البشرية المجردة ، ولتجنب ذلك دافع أفلاطون فى محاورة ثياتيتوس (حوالى ٣٦٨ ق.م) عن أنه : « لابد لنا أن نميز بين ما يدركه العقل عن طريق الحواس ، وما يفهمه من نفسه بالتفكير ، فالمفاهيم أمثال العدد والكمية ، والتماثل والتباين ، والتشابه والاختلاف ، والحسن والسيئ ، والصواب والخطأ . لا تدخل عقولنا عن طريق الحواس ولكنها تكمن دائما فى عقولنا » .

ولأن أمثال هذه المفاهيم تزودنا بالعناصر الأساسية لكل المعارف الصادقة ، فإننا نستنتج أنها لا تأتى عن طريق حواسنا ، بل عن طريق الأحكام التى تصدرها عقولنا « على الحواس » .

أوضح أفلاطون هذا فى قضية فحواها أن العقل البشرى مزود منذ الولادة بمجموعة من الصور Forms أو المثل ideas التى توجد فيه مستقلة عن مواضيع العالم الخارجى ، وهذه المواضيع تصلح كمادة خام لطبع الصور بحيث يصير كل شيء أشبه بنقطة التقاء أو تجمع لعدد من الصور ، فمثلاً إذا قلنا كرة حمراء حجرية ، فسنعنى كتلة من هذه المادة الخام وقد طبع عليها طابع الاحمرار والتكور والتحجر ، فنحن نحكم بأن هذه الكتلة المعينة من المادة تلتقى مع هذه الصور الثلاث ، وقد نكون على خطأ بالطبع ، فالرؤية فى ضوء مختلف

قد تجعل الشيء فى لون آخر غير الأحمر ، وإذا قورنت بكرة أخرى فقد يثبت أنها ليست متكورة وإذا خبطناها بالمطرقة فربما نجد أنها ليست من الحجر على الإطلاق .

على مثل هذه الأسس آمن أفلاطون بأننا نمتلك معرفة أكيدة ومحددة عن الصور وعلاقاتها فقط ، ومعرفتنا بمواضيع العالم الخارجى تتألف فى أحسن الظروف من انطباعات زائلة ، وآراء متغيرة ، وفى الحقيقة وللتحديد ، فإن المثل التى تستقر أبديًّا فى عقولنا – أى الصور ، لها أفضلية على التصورات الموضوعية مؤقتاً والتى صنعتها الأشياء المدركة حسيًّا : وإنه فى هذا العالم ذى المثل الدائمة الموجودة خارج المكان والزمان ، عالم الجواهر الأبدية Sub Specie aeternitatis يمكن أن تستقر الحقيقة .

واحتفظت هذه السلسلة الفكرية بقدر من التواجد خلال العصور المظلمة للفلسفة ، وبرزت فى صورة معدلة فى فلسفة القديس توماس والفلاسفة المدرسيين ، وفى النهاية عادت وظهرت فى فلسفة ديكارت وفى صورة معدلة أيضاً .

كانت المثل عند أفلاطون ، أو الصور أفكاراً عن الكيفيات أو الخواص ، وافترض أنها فطرية فى عقولنا ، كما لو كانت ذكريات حملناها من وجود سابق ، على حين كانت الأفكار عند ديكارت أفكاراً عن حقائق أو قضايا Propositions كما نسميها الآن ، لقد حسب كانت أنها كامنة "innate" ولكن على نحو يخالف فيه أفلاطون ، فالعقل لم يولد وهذه الأفكار بداخله ، ولكن باستعداد لتحصيلها بمجرد اتصاله بالعالم . « لقد سميتها كامنة بنفس المعنى الذى نقول به إن الكرم كامن فى بعض العائلات ، وإن بعض الأمراض كالنقرس والحصوات الكلوية فى غيرها – ولا يعنى هذا أن أبناء تلك العائلات

يعانون من تلك الأمراض فى أرحام أمهاتهم بل إنهم يولدون بميل أو استعداد للإصابة بها » .

وبعدها أتى ليبنتز لينكر هذا ، محتجاً بأنه إذا أتبعنا هذا المعنى فالأفكار كلها كامنة ، ولكنها لا تبلغ مرحلة التفكير الفعلى إلا عندما تتطور بنمو المعرفة ، فالعقل عند الولادة ليس ورقة بيضاء نقية ، بل هو أقرب إلى أن يكون كتلة من خام الرخام ، موجود فيها بالفعل تركيب غير ظاهر من العروق ، هو الذى سيحكم الشكل الذى سيتخذه الرخام عندما ينحته المثال ويعطيه شكلاً .

واختلف آخرون اختلافاً أعمق مع ديكارت ، وفى الفترة التى نبحثها الآن نجد الفلاسفة ينقسمون بصورة عامة إلى معسكرين ، فالعقلانيون The Rationalists يؤكدون أن الحقيقة العليا تكمن فى عقولنا نحن ولذا فالكشف عنها هو مهمة العقل Reason ، والتجريبيون The empiricists فكروا فى أن الحقيقة تستقر خارج عقولنا ، ولذا فلن تكتشف إلا بالمشاهدة والتجربة فى العالم الخارجى .

القائلون بالمذهب العقلى : The Rationalists

ساق القائلون بالمذهب العقلى ، وعلى رأسهم ديكارت الحجج القائلة بأن كل المعرفة التى تُحصل بالملاحظة المباشرة للطبيعة مشكوك فيها ، لأنها تأتى عن طريق الحواس ، ومثل هذه المعرفة يمكن أن تكون خادعة. غامضة ، كما تظهر لنا كل أنواع الهلوسة والأحلام ، وأضاف ديكارت أن المعرفة المحصلة بالدليل الرياضى نفسها قد تكون خادعة – أولاً لأن علماء الرياضيات كانوا غالباً يخطئون ، وثانياً لأنه ليست هناك وسيلة نتأكد بها أن إلهاً بالغ القدرة لم يقض بأن نكون مخدوعين حتى فى الأشياء التى نحسب أننا نعرفها جيداً ، وبهذه

الطريقة فند أصحاب المذهب العقلى أو أزاحوا عمليًّا كل المعرفة العلمية ، لأنها أتت من مصادر فاسدة ، واقترحوا إبدالها برصيد المعرفة الذى اعتقدوا أنه مقتبس من التأمل الخالص .

ادعى ديكارت أن أفكاره الكامنة الممثلة للمعرفة التى تأتى من « الرؤيا الواضحة للعقل» intellect لابد بالضرورة أن تكون صادقة ، إن حقيقة أنه يستطيع إدراك شىء عقليًّا بوضوح وتميز – مثل وجود الله – كان بالنسبة له دليلاً كافياً على صدق هذا الشىء ، وزعم آخرون أن العقل الإنسانى قد فطر وفيه عدد من المبادئ Principles أو الملكات Faculties وعن طريق التعرف عليها واستعمالها بمهارة يمكن اكتشاف حقائق الكون بكل ثقة ، مثلما أمكن لإقليدس أن يكتشف حقائق الهندسة من بعض البديهيات axioms التى كان صدقها واضحاً . وبالغ «كانت » فى زعمه بأنه لابد من إمكان إنشاء « علم خالص عن الطبيعة » باتباع هذه الطريقة ، ولابد لهذا العلم أن يكون مستقلاً عن كل خبرة نستمدها من العالم ، وبهذا فهو لم تفسده أخطاء وأوهام المشاهدة ، ومرة ثانية وضع أدينجتون زعماً مشابهاً جداً لهذا فى السنوات الحديثة .

أجرى «كانت » مناقشة منطقية لهذه المسألة فى كتابه المشهور « نقد العقل الخالص Critique Of Pure Reason ، وهو يذكرنا بأفلاطون حين يقول إن الظاهرة Phenomenon أو موضوع الإدراك الحسى Object of Perception تحتوى كلا من المادة والصورة ، فالمادة تحدث التأثير فى عقل المدرك ، على حين تمكننا الصورة من تصنيف الظاهرة فى مجموعة أشمل . فمادة الظاهرة تأتى إلينا نتيجة لخبرة نستمدها من العالم ، أو فى اصطلاح «كانت » تكون بعدية a posteriori أما الصورة التى هى بالفعل فى عقولنا فى

انتظار للمادة فتأتى إلينا قَبْليًّا a priori أى تسبق كل الخبرات الفعلية فى العالم وتستقل عنها .

والعلاقات بين التصورات Concepts القبلية التى هُيِّئت لكى نعرفها بدون حاجة للخبرة ستصبح مجالاً لمعرفة « مستقلة تماماً عن الخبرة ، بل وعن كافة الانطباعات الحسية » ، مثل هذه المعرفة وصفها «كانت» بأنها معرفة قبلية مقابل المعرفة التجريبية أو البعدية المنبثقة عن الخبرة ، إذن أتت المعرفة القبلية من السماء مباشرة ، ولهذا فهى بكل الاعتبارات أرقى من المعرفة المكتشفة عن طريق التجربة العلمية ، أو الملاحظة ، أو حتى البرهنة الرياضية كما يقول ديكارت ، فكلها أتت من مصادر أدنى ، والمعرفة القبلية تصلح بالضرورة للتطبيق على كل خبرة ممكنة ، على حين أن المعرفة التجريبية التى اكتسبت فقط نتيجة لخبرة ومشاهدة محدودتين لا تصلح لذلك .

كذلك تصلح المعرفة القبلية للتطبيق على كل كون ممكن وليس فقط على كوننا هذا – فنحن نميز هذا الكون من الأكوان الأخرى الممكنة عن طريق المشاهدة وحدها ، وبقيامنا بهذا العمل لا تعد معرفتنا معرفة قبلية ، وهكذا يتضمن الزعم بوجود معرفة قبلية أننا نعرف ما يكفى عن الطبيعة النهائية للأشياء بالقدر الذى يسمح لنا بمعرفة نوع الأكوان التى يمكن أن يوجدها الخالق ، والنوع الذى لا يمكنه إيجاده ، وادعاء «كانت» بإمكان وجود « علم خالص عن الطبيعة » يتضمن فى مبدئه هذا الزعم تماماً ، وكل ادعاء آخر بمعرفة قبلية ، لا ينكر فقط المقدرة الشاملة لله ، بل يدعى أيضًا أن لديه معرفة مفصلة بمقدرته وإمكانياته ، وهو ادعاء يتجاوز قدرة العقل البشرى .

القائلون بالمذهب التجريبي : The Empiricists

وفى مقابل هذا ، آمن التجريبيون بأن المعرفة عامة تأتى من خلال التجربة وحدها ، بحيث يكون السبيل الوحيد للكشف عن حقائق الكون هو أن نخوض فى العالم باحثين عنها ، ومع ذلك كان معظم التجريبيين مقتنعين بأن حقائق معينة يمكن معرفتها عن طريق الحدس intuition أو عن طريق البراهين المؤسسة على الحدس .

كان لوك Locke وهيوم Hume أبرز اثنين من التجريبيين مقتنعين بأن حقائق الرياضيات البحتة يمكن معرفتها بهذه الطريقة ، مثلهم فى ذلك مثل غالبية الفلاسفة المعاصرين مثل هوايتهد وراسل Whitehead، Russel ، ولكن جون استيوارت ميل John Stuart Mill أخذ بالرأى المضاد معتقداً أن قوانين التعميمات المجسمة فى الحساب قد اشتقت من مشاهدات لمواضيع فعلية ، على حين تتعامل الهندسة مع تجريدات من موضوعات خبرتنا — فنحن لا نستطيع أن نتخيل نقطة رياضية أو خطاً أو مثلثاً ما لم نكن قد اعتدنا سابقاً على أمثلتها الناقصة فى العالم الخارجى ، وفكر لوك فى أن حقائق الرياضيات البحتة ليست وحدها التى تنتمى إلى فصيلة الحقائق المعروفة بالحدس ، بل ينتمى إليها أيضاً حقائق وجود الله ووجودنا وحقائق الأخلاقيات .

ومن الواضح أن المسألة بأكملها مسألة ألفاظ ، فبالنسبة لحقائق الأخلاق قد نتساءل : هل من الجائز أن يكون الله قد أوجد عالماً نحكم فيه على أخلاقيات تختلف عما لدينا « بالصدق » ؟ من المؤكد أن الإجابة تتوقف على ما نعنيه بالأخلاقيات والصدق ، بقدر ما تتوقف على ما نعرفه عن الأخلاقيات والصدق .

إن القائلين بالمذهب التجريبى عموماً تمسكوا بشدة بمبدأ أن المعرفة عن العالم الخارجى لابد أن تأتى من العالم الخارجى ، ولذا فهى لا تحصل إلا بالمشاهده والتجربة ، وحيث إن هذا هو بالتحديد منهج العلم ، فلعلنا كنا نتوقع من الفلاسفة الذين هم علماء أو ذوو وجهة علمية أن يكونوا فى معسكر التجريبيين ، وأن نجد أصحاب الوجهة الصوفية أو الدينية بين القائلين بالمذهب العقلى .

ولكن العكس هو الصحيح ، وأعتقد أن أبرز أربعة من المدافعين عن المذهب العقلى كانوا حسب الترتيب الزمنى : ديكارت (١٥٩٦ – ١٦٥٠) وسبينوزا Spinoza (١٦٣٢–١٦٧٧) وليبنتز (١٦٤٦ – ١٧١٦) وكانت (١٧٢٤ – ١٨٠٤) ومن بين هذه الأسماء الأربعة نجد اثنين ضمن أعظم علماء الرياضيات ، فديكارت لم يكن فقط أباً للفلسفة الحديثة بل يعد أيضاً أباً للرياضيات الحديثة ، فمن بين إنجازاته العديدة أنه ابتكر الهندسة التحليلية ، ويشترك ليبنتز مع نيوتن فى شرف ابتكار حساب التفاضل ، وبالصدفة سبق أينشتين فى القول بأن المكان والزمان يتألفان فحسب من علاقات ونسب ، على عكس رأى نيوتن بأنهما مطلقان .

ولم يبلغ «كانت» مثل هذه الدرجة ، ولكن نذكر له أن الفلك والفيزياء أثارا اهتمامه أكثر من الفلسفة فى سنواته الأولى ، ولعله كما يقول هلمهولتز Helmholtz لم يتحول من العلم إلى الفلسفة فى سن الحادية والثلاثين إلا لعدم توفر وسائل البحث العلمى لدى جامعته فى كونجزبيرج ، وظل يلقى محاضرات علمية بانتظام حتى نهاية حياته الجامعية ، كما تناول مجموعة من المواضيع العلمية مثل الزلازل ، وجبال القمر ، وإمكان حدوث تغيرات فى دوران الأرض ، ولئن كان معظم إنتاجه العلمى قد طواه النسيان ، فإننا نذكر له أنه كان أول من

افترض الطبيعة الحقيقية للمجرات البعيدة ، وأنها تتكون من تجمعات لعدد هائل من النجوم ، وهو صاحب الفضل الكبير فى وضع إحدى النظريات المبكرة حول نشأة المجموعة الشمسية ، وإلى جانب أنه أدخل مثل هذه الأفكار المبتكرة فى الفلك ، فهو من أوائل أصحاب النظريات الخاصة بالتطور فى علم الأحياء ، ففى كتابه الأنثروبولوجيا Anthropology أو علم الإنسان يعلن أن كل الحيوانات تنتمى إلى سلف مشترك ؛ برغم أنه لا يدخل البشرية بينها ، ربما لما يحويه هذا من مضمون دينى خطير ، ومع ذلك فهو يفترض أن الإنسان لابد قد تغير جذريًا بمرور الوقت ، مضيفًا إلى ذلك أنه فى انقلاب طبيعى مقبل ربما يكتسب الأورانج أوتان صورة بشرية وأعضاء للكلام ، وممارسة للذكاء ، وذكر أنه كان « يفكر فى أشياء كثيرة ، فى أوضح اقتناع وأتم رضا ، ولكنه لن يجد الشجاعة ليصرح بها » ، وافترض الأستاذ بانيت Paneth أن أحد هذه الأشياء هو أن ما قد يحدث للأورانج أوتان والشمبانزى فى المستقبل ربما حدث بالفعل فى الماضى » ونقشت على شاهد قبره فى كونجزبرج كلمات من خاتمة كتابه « نقد العقل العملى » Critique Of Practical Reason :

« هناك شيئان يملآن العقل بإعجاب ورهبة لا يكفان عن التجدد والزيادة بتكرار تأملنا فيهما ، السماء ذات النجوم من فوقنا والقانون الأخلاقى بداخلنا » وهذا الترتيب جدير بالاعتبار .

ولا يستطيع سبينوزا أن يدعى لنفسه امتيازًا علميًا ، برغم أن تفكيره ينقاد فى الغالب لمعرفة رياضية وعلمية .

وعلى عكس هذا لم يحرز واحد من التجريبيين البارزين أى فضل علمى خاص ، وهؤلاء هم : فرانسيس بيكون Francis Bacon (١٥٦١ – ١٦٢٦) ولوك (١٦٣٢ – ١٧٠٤) وبركلى Berkley

(١٦٨٥ - ١٧٥٣) وهيوم (١٧١١ - ١٧٧٦) ، لقد كتب بركلى « مقال نحو نظرية جديدة للإبصار » ولكن قيمته العلمية ليست كبيرة .

لعل السبب فى هذا التقسيم العجيب للمجهود يرجع جزئيًّا إلى أن أولئك الذين تفهموا العلم على نحو أفضل كانوا أيضًا مدركين بوضوح لمضمونه المضاد للدين ، ولكن الخط الفاصل الحقيقى بين هاتين المدرستين للتفكير كان جغرافيًّا ، فأبناء القارة الأوربية بحبهم للأفكار المجردة أصحاب المذهب العقلى ، على حين أن أبناء الجزر البريطانية بحبهم للبحث العملى هم أصحاب المذهب التجريبى ، فالأربعة الذين ذكرناهم كانوا على التوالى اثنين من الإنجليز وأيرلندياً وأسكتلندياً .

المعرفة القبلية : A Priori knowledge

لعلنا لا نحتاج لأن نشغل أنفسنا بمسألة وجود معرفة قبلية حقيقية ، فالسؤال الذى يهمنا أن نناقشه هو : هل إن وجدت هذه المعرفة القبلية فهل هى ذات أهمية ؟ وهذا شبيه بقولنا إن الدليل على الحلوى هو فى التهامها دون أن نهتم كثيرًا بمزيد من التفاصيل عنها ، والحقيقة أننا سنقوم بدور القاضى والمتفرج معاً لأنه من المستحيل على إنسان يعترف بأنه معرض للخطأ أن يقنع آخر يدعى العصمة بأنه مخطئ ، وقد اختلف مع الطاهية حول جودة طبيخها ولكن حتى إذا لم أستطع إقناعها بأن طبيخها سيئ فنى مقدورى أن أستغنى عن خدمتها ، ولعل السبب الرئيسى فى إصدار حكم ضد المعرفة القبلية أن تقدم العلم قد أثبت خطأها فى غالبية الأحوال .

ومن الأمثلة على المعرفة التى ظنوا أنها قبلية :

« الشىء نفسه لا يمكنه فى لحظة واحدة أن يكون ولا يكون » .

« لا شيء يجيء من العدم » .
« حرية إرادتنا أمر بين بذاته » .
« كل شيء يقع مقدر سلفاً بالأسباب تبعاً لقانون ثابت » .

يتقدم ديكارت بالعبارات الثلاث الأول ، ويصف الثالثة بأنها « حقيقة لابد أن نرجع إليها كفكرة من أول وأهم الأفكار التى فطرت فينا » . وفى أى استعمال معقول للغة يتضح أنها تتناقض مع العبارة الرابعة والتى أخذت من « كانت » ، أى أن المعرفة القبلية تبدأ فى تفنيد نفسها بتناقضاتها قبل أن يتقدم العلم لمهاجمتها ببراهينه .

لن نكسب شيئاً إذا حاولنا أن نحلل هذه العبارات بالتفصيل ، ولكن هناك ملحوظة عامة تفرض نفسها ، فمن المؤكد أنه ليس هناك احتمال لأن تعبر مثل هذه العبارات عن حقائق مجردة ، إذا ذكرت بدون أن نعدل فى الصيغ اللغوية التى أمامنا ، فمثل هذه الكلمات : الشيء ، السبب ، الحرية ، مقدر ، لا تحمل معنًى محدداً إلى أن تُعرَّف تعريفاً واضحاً ، وإذا كنا أحراراً فى أن نعرّفها التعريف الذى يعجبنا ، وقد نجد تعريفاً يجعل كل القضايا صادقة ، أو تعريفاً آخر يجعلها كلها كاذبة ، أو تعريفاً يجعلها فى مجموعة من الحالات صادقة وفى مجموعة أخرى كاذبة ، وهكذا ، فالقضايا التى أمامنا ليست حقائق عامةً ، بل هى مجرد موضوعات للمناقشة والاختلاف ، والسؤال أمامنا الآن هو ما الحدود أو الحالات التى عندها تكون كل من هذه القضايا صادقة ؟ وإذا صيغت هذه القضايا فى المصطلحات المتنافرة التى تبيحها اللغة الدارجة للحديث ، فسوف تصدر هذه القضايا أحكاما مسبقة على مسائل معقدة ، أعيت الفلسفة على مر العصور .

ومن الأمثلة الأخرى على المعرفة القبلية المزعومة ، ما له صبغة علمية أكثر ،

وهذه لها أهمية أكبر لمناقشتنا الحالية ، ولنتناول مثلين من ديكارت :

(ا) مجموع زوايا المثلث الثلاث ١٨٠° .

(ب) القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة الجوهر ، أو الشيء الممتد .

ولنأخذ ثلاثة أمثلة من عند « كانت » .

(جـ) المكان له ثلاثة أبعاد .

(د) بين نقطتين لا يمكن أن يوجد إلا خط مستقيم واحد .

(هـ) فى كل تغيرات الظواهر ، فالمادة خالدة ، والكمية الموجودة منها فى الطبيعة لا يمكن أن تزداد أو تتناقص .

ويصف « كانت » (جـ) و (د) على أنهما مبدآن « متولدان كلية فى العقل بطريقة قبلية » .

كما يصف (هـ) على أنها معلومة تستحق أن تقف على رأس القوانين القبلية الخالصة للطبيعة » .

ما إن نبدأ فى مناقشة هذه القضايا على ضوء العلم الحديث ، حتى نشعر بالحاجة إلى تعريفات دقيقة للاصطلاحات المستعملة ، وهكذا فإن (ا) و (د) وهما قضيتان هندسيتان بطبيعتهما ، تكونان صادقتين فى فضاء من النوع الذى تحدده « بديهيات » إقليدس ، أى المكان الإقليدى كما يسمى عادة ، لا فى الفضاء المنحنى الذى نتصور أن الكواكب تتحرك فيه ، فهل كانت قضايا ديكارت وكانت تشير إلى الفضاء الإقليدى أو إلى الفضاء المنحنى الذى هو أقرب للحقيقة ؟ الجواب بالتأكيد أنهما كانا يفكران فى الفضاء الإقليدى ، ففى أيام ديكارت لم يفكر مخلوق فى أى نوع آخر من الفضاء ، وفى أيام « كانت » ، ربما فكروا فى أنواع أخرى ، ولكن كانت تمسك بأن الهندسة الإقليدية « صادقة » بالمعنى الذى يجعل الهندسات الأخرى غير صادقة ، برغم إقراره أنه

لا يمكنه إثبات ذلك ، لأن بديهيات إقليدس يمكن إنكارها بدون تضارب أو تناقض ، وهكذا نرى – وإن لم يستطع ديكارت « وكانت » ذلك : أن معرفتهما القبلية التى افترضاها لا يمكن تطبيقها على أى فضاء موضوعى فى العالم الخارجى ، بل على عوالم خاصة بهما فقط ، لقد كانا على خطأ عندما حسبا أن معرفتهما القبلية صالحة للتطبيق فى العالم الحقيقى .

أما قضية «كانت » (جـ) القائلة بأن المكان له ثلاثة أبعاد ، فهى من مجموعة أخرى ، لأنه من الصعب الادعاء بأنها معرفة قبلية ، فكل عالم رياضيات يعرف أنه من السهل ، فى تمرين مجرد أن يتصور مكاناً من بعد أو بعدين أو أربعة أبعاد مثلا يتصور مكاناً من ثلاثة أبعاد ، ولو أن مولوداً يعرف أن المكان فى العالم الخارجى له ثلاثة أبعاد فذلك لأنه ينظر إليه بالفعل ، أو بعبارة أخرى لأنه تعود عليه كذلك ، فالمعرفة التى لديه تجريبية وليست قبلية .

وبنفس الطريقة يمكن الحكم على القضيتين الباقيتين وإن كانتا أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية ، ففى (ب) يخبرنا ديكارت أن القابلية للتقسيم هى خاصية للجوهر أو الشيء الممتد ، لكنه يفشل فى أخبارنا بما يعنيه الجوهر Substance أو الشيء Thing ، وبالفعل فالقابلية للتقسيم قد تكون خاصية للفيل أو للعاصفة الرملية ولكنها ليست خاصية للفوتون أو الإلكترون ، ومع ذلك فإن ديكارت لا يعطينا تعريفاً « للشيء » الذى يتضمن الأفيال ويستثنى الالكترونات ، وفى (هـ) يخبرنا «كانت» أن المادة « خالدة » لكنه يفشل فى تعريف المادة ، وهو يعترف بأن عبارته تحصيل حاصل ، وهذا يتضمن أنه قد يعرف المادة على أنها الشيء الخالد ، وفى هذه الحالة تخبرنا العبارة باستعمال « كانت » للكلمات ، ولكنها لا تفيدنا بشيء عن العالم الموضوعى ، وبعد عصر « كانت » وجد علماء الفيزياء أن الإلكترونات المادية وغيرها من الجسيمات

المادية قد تتبدد إلى إشعاعات غير مادية كما قد تتولد منها ، وحتى لو أن هذه الظواهر لم تشاهد ، فنحن الآن نعرف من حيث المبدأ ، أنه لا خلود للمادة ، فما هى إلا طاقة معبأة ، وهى لا تملك خلودًا متأصلاً أكثر مما يملكه العصير المعلب ، برغم أنه قد يصدق فى الظروف الفيزيائية السائدة على كوكبنا — كحالة خاصة ؛ فإن المادة يمكن أن تعتبر تقريبا خالدة .

العوالم الثلاثة للعلم الحديث :

ننتقل مما سبق إلى التفكير فى موضوع شديد التعميم ، يدل على الأهمية القصوى لموضوع مناقشتنا عن تأثير العلم فى الفلسفة ، فالجنس البشرى تعود فى البداية على خواص المادة فى الأشكال المعينة التى تتخذها تحت الظروف الطبيعية السائدة على كوكب الأرض ، وبنفس الطريقة عرفت قوانين الطبيعة فى البداية لجنسنا البشرى فى صورة مضيقة ، على أنها قوانين قابلة للتطبيق على الأشياء ذات الأحجام القريبة من حجم الجسم البشرى ، والسبب فى هذا بالطبع أن مثل هذه الأشياء وحدها يمكن دراستها بغير الاستعانة بالآلات المعقدة ، وفى مثل هذه الدراسات كان الزمن يقاس عادة بالثوانى أو الدقائق ، والطول بالبوصات والياردات ، أما أقصى السرعات فلم تتجاوز كثيراً سرعة جوادٍ فى عدوه .

ولكن عندما أصبحت الآلات تحت تصرف العلم ، أصبح فى إمكانه أن يدرس ظواهر يقاس فيها الزمن فى كسور من المليون من الثانية أو بآلاف الملايين من السنين ، والأطوال التى تتناولها الدراسة ربما تكون كسورًا صغيرة من جزء من مليون من مليون من البوصة أو تبلغ ملايين الملايين من الأميال ، والسرعة قد تكون أبطأ مليون مرة من خطوة القوقعة أو أسرع مليون مرة من الطائرة .

وبمراقبة هذه الأبعاد الهائلة ومعاملتها على أنها وحدة واحدة ، نجد أن الأنشطة البشرية المألوفة تحتل موقعاً مركزيًّا معتدلاً فى نظام الكون ، فإن عالم الإنسان يقع تقريباً فى منتصف الطريق بين عالم الإلكترونات وعالم المجرات ، وهذا العالم المتوسط لا يشغل إلا جزءًا ضئيلاً من المدى الشامل بين الإلكترون والمجرة ، فإن أصغر جزء من المادة يمكننا أن نشعر به أو نراه أو نتناوله بغير الاستعانة بالآلات يحتوى على ملايين الملايين الملايين من الذرات والإلكترونات ، على حين أن أكبر جزء من المادة يمكننا أن نحركه بأجسامنا أصغر بملايين الملايين الملايين من المرات من أصغر الكواكب .

أوضحت الدراسات المفصلة التى أجريت بالاستعانة بالآلات أن ظواهر عالم الإلكترونات ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر العالم ذى المقاييس البشرية وأن هذه الظواهر بدورها ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر عالم المجرات ، إننا حين نغادر العالم ذى المقاييس البشرية ، ونتجه نحو عالم المجرات الكبير كبراً لا نهائيًّا أو نحو عالم الالكترونات الصغير صغراً لا نهائيًّا فإن قوانين الطبيعة تبدو لأول وهلة وقد تغيرت ، ليس فقط فى التفاصيل ولكن فى الجوهر الكلى .

فإذا أمعنا فى الفحص سوف نجد أن التغير الظاهرى ليس إلاّ وهماً ، فالقوانين ذاتها تسود على امتداد الكون ، ولكن بعض ملامح هذه القوانين تكون لها أهمية أكبر فى الأجزاء المختلفة من مدى الكون ، فمثلاً تخضع فقاعة الصابون بالضبط وبدقة لقانونى الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء اللذين تخضع لها طلقة المدفع ، ومعنى هذا أنه يمكننا الجمع بين هذين القانونين فى قانون واحد ، تخضع له حركة فقاعة الصابون وطلقة المدفع على حد سواء ، ولكن لو تركنا هذين الشيئين يسقطان معا من فوق برج بيزا المائل ، فإن حركة كلٍ منهما

ستبدو محكومة بقوانين مختلفة عن الأخرى تماماً ، والسبب هو أن الجاذبية هى الأهم بالنسبة لطلقة المدفع ، على حين أن مقاومة الهواء هى الأهم بالنسبة لفقاعة الصابون .

وبنفس الطريقة ، فكل الأشياء محكومة بالقوانين الكونية للفيزياء ، ولكن جانباً واحداً من هذه القوانين هو الأهم بالنسبة للإلكترون ، وجانباً آخر للأشياء ذات المقياس البشرى ، وجانباً ثالثاً لحركات المجرات ، وهذه الأقسام الثلاثة لنظام القانون الكونى مختلفة جداً لدرجة أن هناك ما يبرر التفكير فيها على أنها تكون ثلاث مجموعات متمايزة ومنفصلة من القوانين ، وأن كلاً منها له نمط مختلف من الأحداث .

وهذه الحقيقة ذات أهمية هائلة بالنسبة للفلسفة بأكملها ، وأهميتها المباشرة لموضوع مناقشتنا هو أنها تفتح عالمين جديدين تختبر فيهما المعرفة القبلية التى يزعمها أصحاب المذهب العقلى ، فحتى إن وجدنا هذه المعرفة صادقة فى العالمين الجديدين فإن تساؤلنا عما إذا كانت معرفة قبلية أصيلة سيبقى برغم ذلك بدون إجابة ، أما إذا وجدنا أنها لا تصدق على أحد العالمين أو كليهما ، فإن الزعم بأنها معرفة أصيلة قد اتضح بطلانه ، لقد أخبرنا القائلون بالمعرفة القبلية أن الخالق لا يمكنه أن يصنع عالما بهذه الكيفية أو تلك ، وعندما درسنا عالم الإلكترون والمجرة وجدنا أنه قد صنع مثل هذه العوالم فعلاً ، وعلى هذا فالمعرفة القبلية المزعومة ليست إلا معرفة تجريبية عن عالم المقاييس البشرية .

وعندما نختبر التفكير القائم على الحدس الذى ينادى به أصحاب المذهب العقلى ، ونحاول تطبيقه على العالمين الجديدين اللذين فتح العلم الطريق إليهما حديثاً ، سنجد أن القضايا ذات الطبيعة العلمية كثيراً ما تكون غير صادقة ، إنها تكون صادقة فقط فى العالم ذى المقاييس البشرية الذى كان مألوفاً لأصحاب

المذهب العقلى ، لأنه لم يتطلب الاستعانة بآلات معقدة لاكتشافه ، ولنضرب ثلاثة من الأمثلة على المعرفة القبلية نضعها فى صياغة مصححة جديدة :

– « مجموع زوايا المثلث الثلاث ١٨٠° ، مالم يكن المثلث ذا مقياس فلكى » .

– « القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة المادة ، مالم يكن الشىء موضع الاعتبار من الصغر المتناول فى الطبيعة الذرية » .

« المادة خالدة ، مادمنا نجرى تجارب إلى الدرجة من الدقة المتيسرة لفيزياء القرن الثامن عشر » .

هذه التحفظات التى أضفناها إلى القضايا السابقة ، لم يلمح أى فيلسوف إليها على أنها قبلية أو غير قبلية حتى وضعها العلم الحديث ، والحقيقة التى تتضح لنا هى أن القائل بالمذهب العقلى ، يفهم العالم من خلال خبرته ، ولكن لأنه مقيد بالإمكانات العلمية للعصر الذى يعيش فيه ، فهو لا يستطيع أن يتخيل الأمور إلا على نمط واحد ، ولذا يعلن بكل ثقة أن الأمور تسير على هذا النمط ويجب أن تسير عليه ، وفى النهاية يصف معرفته بأنها قبلية ، أما وقد فتح البحث العلمى الحديث عوالم جديدة أمام الخيال ، ففى إمكاننا أن نفكر وبمنتهى الثقة فى إمكانات لابد أنها تعتبر بالنسبة لـ« ديكارت » و« كانت » مجرد سخافات محضة ، بل نعرف أننا سنجد فى العالم الفعلى نظائر لكثير منها ، ومن هذا تدرك أن المعرفة القبلية التى افترضها أصحاب المذهب العقلى خاطئة .

إن «كانت» يخبرنا أن هناك اختبارين معصومين من الخطأ للحكم على المعرفة القبلية الصادقة : الضرورة necessity والشمول التام Strict universality وهـــذه المعرفة العلمية التى يفترضها أصحاب المذهب القبلى تفشل بكل وضوح أمام أىٍ من الاختبارين ، وهذا الفشل للجانب

العلمى من التفكير المعتمد على الحدس يفند الجانب غير العلمى منه ، ومع ذلك فالمعرفة ذات النوع الرياضى تتطلب المزيد من البحث .

المعرفة الرياضية :

على حين أن الفلاسفة يختلفون حول إمكانية اكتساب معرفة قبلية عن عالم الفيزياء ، فإنهم يتفقون عامة باستثناء ديكارت (ص ٥٤) وميل (ص ٥٧) على أن المعرفة المجردة ذات النوع الرياضى يمكن اكتسابها عن طريق عمليات ذهنية خالصة وبدون الحاجة لأى خبرة عن العالم ، بحيث تعتبر مثل هذه المعرفة قبلية ، ولعلهم يدعون أن هذه المعرفة تكون صادقة فى كل العوالم الممكنة ، أو أنها معرفة عن حقائق لا قدرة للخالق على تغييرها ، ومن ثم لا يمكنها أن تخبرنا بأى شىء عن خواص عالمنا الذى نعيش فيه ، أو أن تميزه عن العوالم الأخرى التى يمكن خلقها .

ضربنا ثلاثة أمثلة لمعرفة قبلية مفترضة من هذا النوع ، والثلاثة هندسية بطبيعتها ، ولكن تقدم العلم بين أنها ثلاثتها غير مؤهلة لكى تعتبر معرفة صادقة عن العالم الفيزيائى .

والآن وقد أصبح العلم معنياً بهندسات غير إقليدية ، صار الفلاسفة حذرين فى ضرب الأمثلة على المعرفة القبلية من الهندسة ، وميالين لضرب الأمثلة من الحساب أو الجبر البسيط ، وفى هذا المجال نجد قضية أن مجموع اثنين واثنين يساوى أربعة كثيراً ما تذكر ، برغم أنه يندر ذكر محتواها المحدد ، والنتيجة هى شعورنا بأننا نحتاج أولاً للتعريفات والتفسيرات . والسؤال البسيط أمامنا هو : هل كان من الممكن أن يصنع الله عالماً لا يكون فيه مجموع اثنين واثنين يساوى أربعة ؟ ومهما بلغ ما ندعى معرفته عن الخالق ، فلابد قبل أن نناقش هذا من

معرفة معنى اثنين واثنين اللذين يشكلان موضوع القضية ، هل هما شيئان يتواجدان فى الحقيقة أم فى عقولنا ؟ هل هما عددان أم شيئان ؟ وإذا كانا شيئيْن فأى نوع من الأشياء هما ؟ .

إن كان اثنان واثنان يشيران إلى مجرد أعداد ، فالقضية ستكون معنية بالعد البسيط ، وسيظهر أنها مجرد تعريف للحد أربعة ، فنعد اثنين ثم اثنين تاليين وهذا يأتى بنا إلى رقم لابد أن نعطى له اسماً من الأسماء ، والقضية تخبرنا بأن اسمه أربعة ، برغم أنه قد يحق أن نسميه اسماً آخر ، مثل كاتر quatre أو فير vier ، وهذا فعلاً هو اسمه عند غيرنا ، وواضح من هذا أنه لا مجال لمعرفة قبلية .

يتضح لنا أن القضية يجب أن تفسر على أنها تشير إلى أشياء فيزيائية حقيقية ، إنها تخبرنا أنه إذا أخذنا شيئين من نفس النوع أيًّا كان ، وأضفنا إليهما شيئين آخرين من نفس النوع أيضاً فسنملك مجموعة من أربعة أشياء فى مجموعها - إننا لم نأخذ أربعة فى المجموع ، لأن هذا يعود بنا إلى عملية العد الصرف ، ولكن سنملك تحت ملاحظتنا أربعة أشياء نتيجة لعملية غير عملية العد ، إننا نبّين للطفل أنه عند وضع تفاحتيْن بجوار تفاحتيْن أخريين فالنتيجة مجموعة من أربع تفاحات ، ويرى الطفل أن نفس الشىء يصدق على الأصابع أو العدادات أو القروش ، فيستنتج أنه يصدق على كل شىء يمكن أن يتخيله مثل الموز أو ثعابين البحر أو الغيلان ؛ ونحن نقر بأن معرفتنا عن التفاح أو الأصابع تجريبية ، ومن هذه المعرفة التجريبية عن التفاح والأصابع نتوسع فى التعميم إلى ثعابين البحر والغيلان ، وهذا ببساطة هو مضمون القضية ، وهو يزودنا بمثال على معرفة ناقصة أو خاطئة قد صنفت على أنها معرفة قبلية ، لأن التعميم الذى هو جوهر القضية ، مسموح به فى بعض الحالات ولبعض الأشياء

فقط ، ومن المستحيل فى الحالة التى لا نعرفها أن نحكم بصدق التعميم بدون أن نعرف الحالة بالتفصيل ، ومثل هذه المعرفة لن تكون قبلية ، فمثلاً لا يمكننا معرفة ما يصنعه ثعبانا بحر وثعبانا بحرٍ معا قبل أن نعرف ما هو ثعبان البحر ؟ وهذا لا يمكن اعتباره معرفة قبلية ، إن ثعبان البحر تسمية تطلق على سحابة من الطيور ، فهل يصنع ثعبانا بحر موضوعان بجوار اثنين آخرين أربعة من ثعابين البحر؟ ، أو يصنعان ثعبان بحر واحد كبير؟ ، أو يتصادف ويصنعان اثنين أو ثلاثة ؟ وماذا عن قطرتى مطر تلاقيان اثنتين أخريين على سطح نافذة؟ من الواضح أن القضية قابلة للتطبيق على أشياء تحتفظ بشخصيتها خلال عملية الإضافة الفيزيائية ، وليس من الممكن أن نعرف قبليًّا إن كانت أى مجموعة معينة من الأشياء لها هذه الخاصية أولا ، وفى العصر الحديث درس الرياضيون علوماً جبرية يصنع فيها اثنان واثنان أعدادًا غير الأربعة ، ربما اثنين أو واحداً أو حتى صفراً ، ومثل هذه العلوم الجبرية بالطبع لا تنطبق على الأعداد المفردة ، بل على عمليات وخطوات وأحداث ، وقبل أن يكون من حقنا أن نقول بثقة إن شيئين زائد شيئين يكون مجموعها أربعة أشياء ، لابد أن نجد تعريفاً للشيء الذى لا يدخل ضمن تلك الأشياء ، وواضح أنه لا يمكن أن يكون مفطوراً فينا كمعرفة قبلية .

لم يناقشْ «كانت» قضية أن ٢+٢=٤ ، بل قضية أن ٧+٥=١٢ ، ووصف هذا بأنه قضية قبلية تركيبية Synthetical a priori (ص٧٣) . بمعنى أنه يحتاج لعملية الجمع بالأصابع كى يقدح زناد عقله ، ويفترض صدق القضية العامة ، ومع ذلك لا يعرف ١٢ ، ولا يحدد الـ ٥ أو الـ ٧ فى غير الأصابع ، التى يفترض أن القضية تنطبق عليها .

وربما نجد مثلاً أفضل فى قضية أن ٥×٧=٧×٥ لأن هذا على الأقل

لا يحتاج إلى تعريف لـ ١٢ ، أو حتى لـ ٥ أو ٧ فهو يصدق بنفس الدرجة لو أبدلنا ٥ و ٧ بأرقام غير محددة أو كميات رقمية مثل ا و ب فالقضية تنص على أن حاصل ضرب ا ب مساوٍ لحاصل ضرب ب ا ، أو بعبارة أخرى عندما نضرب ا و ب معاً فإن الترتيب الذى نأخذهما به لا أهمية له ، وهو ما قد يصح لو أن ا و ب يدلان على أرقام خالصة ، ولكن قبل أن نوافق على القضية العامة ، لابد أن نُعرف ا و ب بقدر من العناية . فعلماء الرياضيات الآن يستخدمون علوماً جبرية يصفونها بأنها غير تبادلية حيث لا يكون ا ب هو نفس ب ا ، ووجد علماء الفيزياء أن هذا ينطبق على الأخص فى العالم الأصغر من الذرة ، وفى غالبية المشاكل التى نتعرض لها بالمناقشة فى عالم المقاييس البشرية فإن ا و ب لها دلالة بحيث تكون ا ب مساوية ب ا ، ولكن فى عالم الإلكترونات لا توجد هذه الدلالة ، ولنا أن نخمن أن أحد سكان عالم الإلكترونات قد يتحدى بعنف القضية العامة القائلة بأن ا ب = ب ا ، مؤكداً أنها تصدق فقط تحت ظروف خاصة جداً .

هكذا أثبت الاختبار أن جانباً كبيراً من معرفتنا الرياضية ، فيه قدر من التجريبية أكثر مما يبدو للوهلة الأولى ، أو مما يظن القبليون ، فقد نقول إن قضية عامة من نوع ٢+٢=٤ يمكن أن تصدق بإحدى طريقتين : إما بعدية أو قبلية ولا يمكن أن تصدق القضية على مواضيع العالم الخارجى بدون أن نعرف شيئاً عنه ، وفى هذه الحالة ستعتبر معرفة بعدية ، فنحن أولاً نختبر القضية إن كانت تصدق على مجموعة الأشياء موضع الاعتبار ، وعندئذ فالقضية لا تعيد إلينا إلا المعرفة التى وضعناها فيها ، والقضية يمكن أيضاً أن تطبق على مجموعات من الأشياء نتخيلها فى عقولنا بطريقةٍ مابحيث توفى الشروط الضرورية التى تجعلها صادقة وعندما تتناولها بهذا الأسلوب ، ستحتوى على معرفة قبلية خالصة ،

ولكنها لا تدلنا أبدًا على أى شيء فى العالم الخارجي – بل تحدثنا عن تخيلات عقولنا فحسب .

فمثلاً القضية ٢+٢=٤ عندما نطبقها على التفاح تكون بعدية لأننا نستعين بتجربتنا عن العالم لنتأكد أن التفاح يحتفظ بشخصيته المنفردة طوال عملية الإضافة ، ولكنها عندما تطبق على الغيلان تكون قبلية لأن الغول مخلوق من صنع خيالنا ، نتخيل أنه يحتفظ بشخصيته خلال عملية الإضافة .

وهكذا نرى أنه عندما نطبق القضايا الرياضية على المواضيع بالأسلوب البعدى ، فإنها لا تعطينا أى معرفة عن العالم الخارجي أكثر مما وضعنا فيها من قبل ، على حين أننا عندما نطبقها بالأسلوب القبلى ، لن يمكنها أن تعطينا أى معرفة عن العالم الخارجي – فمن لا شيء لا شيء . ex nihilo nihil fit

ومع ذلك ، فمازال يوجد قدر كبير من المعرفة الرياضية المجردة التى يمكن اشتقاقها بالعمليات الذهنية الخالصة ، بدون أن نحتاج لأى معرفة عن العالم الخارجي ، وأوضح مثال على تلك المعرفة يمكننا أن نجده فى خواص الأعداد أو الكميات العددية بالأسلوب الذى يعبر عنه الحساب والجبر المعتاد ، ومع ذلك يجب أن نسلم بأن الأعداد والكميات العددية لها وجود ، فعلى سبيل المثال ، يمكننا أن نبرهن بالعمليات الذهنية الخالصة ، وبغير أن نحتاج إطلاقًا لأى خبرة من العالم الخارجي ، على أنه إذا كان ا عدداً خالصاً فإن : (ا+١) (ا−١) يكون دائما أصغر من ا^{٢}، فمثلا ٨ × ٦ أصغر من ٧^{٢} ، وبنفس الطريقة يمكن اكتشاف أن ٨ ، ٩ ، ١٠ أعداد مركبة (أى أعداد نحصل عليها بضرب أعداد أصغر منها فى بعضها) ، على حين أن ٧ و ١١ أعداد أولية (أى أعداد غير مركبة) .

مثل هذه الحقائق لا تحتوى على أى معرفة أو خبرة عن العالم الخاص الذى

نحيا فيه ، اللهم إلا إذا اعتبرنا وجود كميات معدودة على أنه حقيقة تجريبية ، ولكن مادامت الأعداد مضطرة للتعامل مع كل العوالم ، فإنها تصدق على أى عالم يمكن تخيله ، ومهما كانت الطريقة التى نتخيل بها هذا العالم أو غيره فإن ٧ لابد أن تكون أولية ، ولهذا السبب وحده ، ، فكون ٧ عدداً أوليا لا يحيطنا علماً بتركيب عالمنا الخاص ، ولا صلة بين هذين الموضوعين : كون ٧ عدداً أوليا ، وتركيب عالمنا الخاص ، وهذه هى حقيقة كل ما يكتشفه عالم الرياضيات البحتة ، فهى كلية بمعنى أنها تكون صادقة فى أى عالم من العالم ، وعلى هذا لا يمكنها أن تخبرنا بأى شىء عن خصائص هذا العالم أو غيره .

وفعلاً لابد لأى معرفة يراد لها أن تعتبر قبلية أن تكون كلية كما يقول «كانت» وهى بهذا لا تستطيع أن تخبرنا بأى شىء عن عالمنا الخاص ، ولنتخيل رجلاً لم يحظ بأى قدر من التعليم ، وقد أخبروه أنهم سيبعثون به إلى بروكيون ، إنه لن يعلم إن كانت بروكيون هذه سجناً أو قصراً للجن ، أو جزيرة أو نجماً ، ولكنه سيعرف عن بروكيون بمقدار ما نعرف عن كوننا مستخدمين معرفتنا القبلية ، ولو أنه حاول أن ينشئ « علماً خالصاً عن بروكيون » فإن جهوده لن تزيد فى التفاهة أو التضليل عن جهود «كانت » وهو ينشئ علماً خالصاً عن الطبيعة » ، ومن خلال هذا الأسلوب نرى أن هناك مصدراً واحدا فقط لمعرفة الخصائص المعينة لعالمنا الذى نعيش فيه هذا المصدر هو التجربة والمشاهدة وأن هناك منهجاً واحداً فقط لاكتساب تلك المعرفة هو منهج العلم .

المعرفة التركيبية : Synthetic Knowledge

كان فى الإقرار بهذه الحقيقة الجلية ما يقوض فرض « كانت » بأكمله ، فقد بذل محاولتين لتجنبها ، وهاتان المحاولتان تتميزان إحداهما عن الأخرى ،

وإن كان يبدو أنه لم يتنبه لهذا .

فى المحاولة الأولى ادعى أن لديه نوعاً خاصاً من المعرفة القبلية ، أسماها معرفة قبلية تركيبية – هى التى تنقل المعرفة عن عالمنا الخاص .

وفى المحاولة الثانية ادعى أن معرفتنا الفيزيائية ليست معرفة عن العالم ، بل هى معرفة عن الطريقة التى تشتغل بها عقولنا – إنها ليست معرفة عن العالم الذى تدركه بحواسنا ، بل هى عن طريقة إدراكنا لهذا العالم .

سبق لنا أن ضربنا مثلاً لمعرفة «كانت» القبلية التركيبية فى قضية أن ٧+٥=١٢ ، ويناقش «كانت» مثالاً أكبر تخصيصاً هو قضية أن «كل الأجسام ثقيلة» ، فيستشهد بقضية أن «كل الأجسام ممتدة» على أنها نموذج واضح للمعرفة القبلية البعيدة عن كل خبرة عن العالم ، ثم يقول إنه بعد أن نلتقى بالأجسام الممتدة فى العالم الحقيقى ، نجدها ثقيلة مثلما هى ممتدة ، بإضافة هذه الحقيقة الجديدة لمعرفته السابقة يصل إلى قضية أن «كل الأجسام ثقيلة» .

ويعتبر «كانت» أن كل قضايا الحساب ، وكثيراً من مبادئ الفيزياء ، من النوع القبلى التركيبى ، فمثلا يختار قانون بقاء المادة وقانون نيوتن الثالث للحركة معبراً عنهما هكذا :

– «فى كل تغيرات العالم المادى ، تبقى كمية المادة بدون تغير» .

– «فى كل اتصالات المادة ، يجب أن يكون الفعل ورد الفعل دائماً متساويين» .

والعلم بالطبع لا يستطيع أن يؤيد هذا ، إن «كانت» نفسه يقر بأنه يعرف الثقل عن طريق ملاحظته للعالم الحقيقى ، وهذا يخرج بنا عن نطاق المعرفة القبلية – والمعرفة القبلية التركيبية نراها على أنها مجرد اسم جديد للمعرفة البعدية ، ونوعاً من المصادرة على المطلوب ، والمثال المذكور يتضمن ادعاء

« كانت » بأنه يعرف بوجود الجاذبية ، فإن كان هذا فى وسعه ، فلماذا لم يعرف أيضاً بوجود التجاذب والتنافر الكهربيين ؟ وهل كان بمقدوره أن يعرف قبليًّا أن جسمين يحملان نفس الشحنة الكهربية سوف يتنافران بدلاً من أن يتجاذبا ؟ .

بهذه الأساليب أقنع « كانت » نفسه أن هذه المعرفة القبلية تقدم معلومات محددة ومؤكدة عن الكون الحقيق ، ومثل هذه المزاعم تطرح فوراً أسئلة جديدة :

١ – إن لم تأت المعرفة القبلية من خلال خبرتنا عن العالم ، فمن أين تأتى ؟ لقد ادعى أصحاب المذهب العقلى أن لديهم معرفة قبلية تقول بأن : لابد لكل شيء من سبب ، فما هو إذن سبب المعرفة القبلية نفسها ؟

٢ – إن لم تأت المعرفة القبلية من معرفتنا عن العالم ، فكيف يمكنها أن تخبرنا بأى شيء عن العالم ؟ وكيف يتأتى لنا عندما نخطو إلى العالم أن نجد هذا العالم يتلاءم مع معرفتنا القبلية ؟ وإن كان « كانت » أو أدينجتون قد نجحا فى بناء الكون بأكمله من مثل هذه المعرفة ، فعلى أى أساس كانا يتوقعان للكون الحقيق أن يتلاءم مع تنبؤاتهما ؟ .

نظرية المعرفة عند « كانت »

تبين « كانت » الصعوبات الواضحة التى تقدمها هذه التساؤلات ، وهو ما جعله يتراجع إلى خط دفاعه الثانى ، مبتكراً مجموعة من الأفكار لم يتفق الفلاسفة أنفسهم حول معناها المحدد ، وقد يكون هناك مبرر للتساؤل عما إذا كان كانت نفسه قد فهمها ، فبعد ستة عشر عاماً من نشر نقد العقل الخالص ، كانت مبادئ « كانت » تثير فوضى شديدة فى ألمانيا ، فكان أساتذة الجامعات ممنوعين من المحاضرة عنها ، وبالرغم من ذلك فقد أجبر أحدهم على الاستقالة

لأنه تجرأ واختلف مع «كانت» ، وفى هذا التوقيت سئل «كانت» عن أكثر شارحيه إلماماً بالمعنى المقصود ، وفى إجابته أشار إلى رجل معين اسمه شولتز Schultze ، وضع تفسيراً مبدئيًا أضاف إلى تعقيد الأجزاء السهلة من فلسفة «كانت» فى توسع متعب ، فى حين أنه حذف الأجزاء الصعبة واضعًا بعض العبارات التى كانت واضحة الخطأ ، وهكذا بقيت مشكلة اكتشاف معنى ما كتبه بدون حل حتى اليوم ، ويخبرنا جيمس وارد أنه فى المدة من ١٨٦٥ و ١٨٧٨ كان هناك على الأقل ست صيغ مختلفة لفلسفة «كانت» .

وبرغم أن أحدًا لا يمكنه أن يخبرنا بالتحديد بما عنى «كانت» بنقله إلينا ، فإنى آمل أن أعبر فى شرحى له عن نظرة متوسطة لمعناه ، بالقدر الذى يؤثر فى المشاكل المطروحة أمامنا .

فبالنسبة لأول السؤالين اللذين طرحناهما – إن لم تأت المعرفة القبلية من خبرتنا عن العالم فمن أين تأتى ؟ فإن إجابة «كانت» فيما يبدو هو أن المعرفة القبلية تأتى من التركيب الفطرى للعقل البشرى ، فكما بنى الجسم البشرى بطريقة معينة ، مزوداً بعينين وأذنين وأعضاء أخرى تؤدى وظائف معينة ، كذلك فطر العقل البشرى على طريقة معينة ، مزوداً بملكات خاصة تؤدى وظائف محددة ، وفى هذه الملكات علينا أن نبحث عن مصادر معرفتنا القبلية ، فهى التى تتخير المعطيات الحسية التى تستبقى وتلك التى تهمل ، وإلا ظلت الإحساسات تربك العقل بغير توقف .

ومن خلال الإحساسات التى يستبقيها العقل ، يكون صورته الخاصة عن العالم الخارجى ، ونتيجة للقدرة الاختيارية للعقل ، تبرز قوانين وأنظمة معينة تتلاءم معها إدراكاتنا الحسية ، فمثلاً لو وضعنا خليطاً عشوائيًا من حبات البطاطس على غربال سعة شبكته بوصة ، سنعرف أن كل حبات البطاطس التى

تتبقى فوق الغربال ستخضع لقانون واحد على الأقل - هو أنها جميعاً سيزيد قطرها على البوصة ، وهذا القانون لا تخضع له البطاطس فى العادة ، ولا الخليط العشوائى الذى وضع فوق الغربال ، إنما هو قانون فرض على البطاطس بالقدرة الاختيارية للغربال ، وهو يعبر عن خاصية فى الغربال لا فى البطاطس ، ويفترض «كانت» أن قوانين الطبيعة التى نعرفها والتى يظن أنها قبلية ، قد فرضتها على العالم قدرة العقل البشرى الاختيارية ، والعقل بهذا يعمل كمشرع للطبيعة ، والمعرفة القبلية تضع الشروط التى يجب أن تتلاءم هى والظواهر وإلا لم يدركها الحس .

سنضرب مثلين بسيطين يقربان لنا موضوع أساليب الاختيار . أول المثلين عن الضوء فهو خليط من موجات مختلفة الأطوال ، فإذا أمررنا الضوء خلال مطياف ، فإن موجاته المختلفة تنفصل عن بعضها ، ونشاهد طيفاً من الألوان هى الأحمر فالبرتقالى ، فالأصفر ، فالأخضر ، فالأزرق ، فالبنسفجى - أى ألوان قوس قزح ، وخارج حدود هذا الطيف لا يوجد غير السواد ، لكننا لو وضعنا ترمومتراً فى المنطقة المجاورة للأحمر ، فإن الزئبق يبدأ فى الارتفاع داخل الترمومتر ، دليلاً على وجود إشعاع غير منظور هو الأشعة تحت الحمراء الحرارية ، وعلى النهاية الأخرى من الطيف بجوار البنفسجى ، توجد منطقة لا ترى عيوننا عندها أى شىء ، ولكن - أنواعاً معينة من الأملاح تتفسفر عندها ، دالة على أنه هنا أيضا يوجد إشعاع غير مرئى لأعيننا ، هو الأشعة فوق البنفسجية ، وبعدها نأتى إلى الأشعة السينية ، وبعدها أيضاً أشعة جاما التى تشعها المواد المشعة .

تستطيع أجهزتنا أن تبين طيفًا متصلاً من الإشعاعات تتراوح بين موجات الراديو الطويلة وأشعة جاما القصيرة ، والنسبة بين أطول الموجات وأقصرها قد

تبلغ نحواً من عشرين مليون مليون إلى واحد ، وعلى العكس من ذلك فالنسبة بين أطول الموجات التى تستطيع عيوننا رؤيتها وأقصرها تقف عند اثنين إلى واحد فقط ، وهكذا فمن بين كل المدى الإشعاعى المعروف لدينا من خلال أجهزتنا ، يوجد جزء من عشرة آلاف مليون مليون يمكن إدراكه حسيًّا بواسطة عيوننا – وهو قدر ضئيل للغاية .

إن عجز بصرنا إلى هذا الحد ، يجعل هذا العجز يعمل كغربال لإدراكاتنا الحسية ، فكل أنواع الإشعاع تسقط على الشبكية ، ولكن الشبكية حساسة فقط لجزء صغير مما تستقبل ، وهى تنبه العقل لوجود هذا الإشعاع وحده ، وقد يستنتج العقل من ذلك أن كل الإشعاعات تقع بين الأحمر والبنفسجى ، ومن وجهة نظر «كانت» فإن هذا يتفق مع المعرفة القبلية التى يزعمها أصحاب المذهب العقلى ، ولعلنا نلاحظ أنه لو صح هذا التشبيه ، فالاستنتاج الوحيد الذى نخرج به هو ألا نثق فى المعرفة القبلية إطلاقاً .

وثانى المثلين عن الصوت ، وهو مشابه للمثل الأول ، لأن آذاننا حساسة لأصوات تتراوح طبقتها بين حوالى عشرة جوابات ، من ضمن المدى اللانهائى الذى يمكن أن يحدث فى الطبيعة ، فلو اعتمدنا على المعطيات السطحية التى تقدمها أعضاء حسنا المجردة ، فقد نزعم أن كل الأصوات تقع بين مدى عشرة جوابات .

هذه هى الطريقة التى تعمل بها غربالات أعضاء حسنا ، وهناك مثل بسيط قد يفسر كيفية عمل الغربالات العقلية ، إن سماء الليل تعرض مجموعة مختلطة من النجوم التى قد تبدو مرتبة فى بروج مختلفة ، هذه البروج رأى فيها الإغريق أشكال أبطالهم وحيواناتهم التى تصاحبهم لأن عقولهم كانت معتادة على الأساطير والروايات ، أما الصينيون الأكثر واقعية فقد رأوا نفس مجموعات

النجوم على أنها حيوانات أقرب للحياة اليومية ، وهناك أيضاً نجوم فى السماء الجنوبية لم يتمكن الإغريق أبداً من رؤيتها لأن رحلاتهم كانت مقصورة على نصف الكرة الشمالى ، وعندما اكتشف ملاحو عصر تال البحار الجنوبية ، ورأوا هذه النجوم للمرة الأولى ، لم يروها على أنها مجموعات من أبطال وحيوانات جدد ، فقد ولى عصر تلك الأوهام . وترك المستكشفون تلك النجوم لعلماء الفلك الواقعيين لكى يرتبوا النجوم الجديدة فى أشكال المثلثات والساعات والتليسكوبات وما شابهها ، وهم اختاروا هذه الأشياء لأن عقولهم العلمية كانت معتادة على التفكير فيها ، إن تقسيم النجوم إلى أبراج لا يخبرنا بغير القليل عن النجوم ، ولكنه يخبرنا بالكثير جداً عن عقول الحضارات المبكرة وعن علماء الفلك فى العصور الوسطى .

ويرى « كانت » أن عقولنا تصنف ظواهر الطبيعة على هذا المنوال ، فالعالم الخارجى يزودنا بحشد مختلط من الانطباعات التى يجوز أن تصنفها عقولنا بأى طريقة ، ولكنها تختار طريقة واحدة معينة لأنها مركبة بطريقة واحدة معينة ، وقد توجد أنواع أخرى من العقول التى تختار طرقا أخرى ، والقوانين التى نستنتجها من المعرفة القبلية أو الاستدلال لا تمثل إلاَّ عادات للتفكير مغروسة فى عقولنا ، هذه العادات تقيد الرؤيا الطليقة لعقولنا ، ولكن العقل الذى لا يدرك حدوده ، يشرع فى إرجاع هذه الحدود إلى الطبيعة نفسها ، وهكذا يقول « كانت » :

« العقل لا يدرك حسيًّا إلا ما ينتجه وفق تركيبته الخاصة » .

« الأشياء تتوافق هى وطبيعة ملكة الإدراك الحسى لدينا » .

« نحن نعرف قبليًّا عن الأشياء ما نضعه فيها فحسب » .

وصف « كانت » هذا على أنه ثورته الكوبرنيقية ، فعندما بدا أن أى تقدم

جديد فى الفلك الذى يفترض أن الشمس تدور حول الفلكى غير ممكن ، حسم كوبرنيق الموقف بافتراضه أن الفلكى هو الذى يدور حول الشمس ، وظن «كانت» أنه قد أزال صعوبات المعرفة القبلية بطريقة مشابهة — فلو قلنا إن عقولنا تتوافق هى والظواهر التى تدركها حسيًّا ، فإن معرفتنا لا يمكن أن تعتبر قبلية ، لذا يجب — كما فكر «كانت» — أن نجعل الظواهر هى التى تتوافق هى وعقولنا .

إذا كانت هذه هى الإفادة الحقيقية عن المعرفة القبلية ، فهى لن تفيدنا إلاّ بقدر ضئيل جداً عن الطبيعة ، هذا القدر هو عن عقولنا نحن ، ولن تكون معرفة عن تركيب الكون من خارجنا ، بل عن تركيب عقولنا من داخلنا ، وعندها نحصل على إجابة عن سؤالنا الثانى — إن لم تكن المعرفة القبلية تأتى من معرفتنا عن العالم ، فكيف يمكنها أن تخبرنا بأى شىء عن العالم ؟ والجواب هو أنه لا يمكنها ، لأنها تستطيع أن تحدثنا عن تركيب عقولنا فقط .

كل هذا يلقى ضوءًا ساطعاً على المنهجين المختلفين للعلم والفلسفة ، لقد اقترح «كانت» بالفعل أنه يجب أن نؤسس معرفتنا عن الأشياء Things على شىء ما «نضعه نحن أنفسنا فيها» ، وهذا الشىء بالذات هو الذى يتحفز رجل العلم لاستئصاله ، لأنه يعلم أنه ليس معرفة عن العالم الخارجى على الإطلاق .

و«الغرابيل» التى نسبها «كانت» إلى العقل البشرى يبلغ عددها أربعة عشر ، يأتى فى مقدمتها اثنان أسماهما «صورتا الإدراك الحسى» وهما المكان والزمان ، ويتبع ذلك اثنا عشر غربالاً يمكن تسميتهم بـ «صور الفهم» برغم أن «كانت» يفضل اسم «التصور الخالص للفهم» أو «المقولات» Categories ، وهذا المصطلح الأخير استعاره من أرسطو .

ولأن غرضنا فى النهاية أن نستعرض رأى «كانت» فى المكان والزمان

لمقارنته برأى العلم الحديث ، فمن المناسب أن نشرع فوراً فى مناقشة المكان والزمان فى عبارات عامة .

المكان والزمان

يعرف العلم المعاصر أن كلمتى مكان وزمان تسمحان بعديد من التفسيرات ، فهناك أربعة معان متميزة يمكن تناولها كل على حدة ، والمعانى التى تخص المكان هى على وجه التقريب :

المكان التصورى : هو مبدئيًّا مكان الهندسة المجردة ، ولا وجود له إلاَّ فى عقل الإنسان الذى يخلقه بالتفكير فيه ، وقد يجعله إقليديًّا أو غير إقليدى ، ثلاثى الأبعاد أو متعدد الأبعاد كما يشاء ، وهو ينعدم من الوجود عندما يتوقف مبتكره عن التفكير فيه – مالم يخلده طبعاً فى كتاب مدرسى – .

المكان الإدراكى الحسى : هو مبدئيًّا مكان كائن واع يمارس أو يسجل إحساسات ، فنحن نشعر بشىءٍ ما وتفترض حاسة اللمس أن له شكلاً وحجماً معينيْن ، ونرى مجموعة من الأشياء ، ويفترض بصرنا أن هذه الأشياء تجمعها علاقات خاصة ، ونجد أنه يمكننا أن نروض افتراضات حواسنا المختلفة بتخيل أن كل الأشياء مرتبة فى تجمع ثلاثى الأبعاد نسميه بالمكان ، وهذا هو المكان الإدراكى الحسى ، اخترعه إنسان يمارس الإحساس ، وينعدم من الوجود بمجرد أن تكف حواسه ، فبالنسبة لإنسان أعور أو لإنسان يرى الأشياء على بعدٍ لدرجة أن إبصاره لا ينقل أى فكرة عن المسافة يكون المكان الإدراكى الحسى ثنائى الأبعاد على الأقل إذا لم تستعمل حاسة أخرى غير الإبصار . وعلى هذا النحو تخيل القدماء أن النجوم الثابتة تقع على سطح كروى ثنائى الأبعاد . وعندما يرى إنسان عادى الأشياء عن قرب ، بحيث يستفيد من إبصاره

باستخدام العينين معاً ، أو بمجرد أن يرى الأشياء واحدًا يتحرك خلف الآخر أو بمجرد أن يستعمل حواساً غير الإبصار فإن بعداً ثالثاً للمكان الإدراكى يبرز على الفور إلى الوجود .

المكان الفيزيائى : هو مكان الفيزياء والفلك ، فالمكان التصورى والمكان الإدراكى ، كلا هما مكانان خاصان ، فأحدهما خاص بشخص يفكر ، والآخر خاص بشخص يدرك بحواسه ، ولكن العلم وجد أن النسق الذى تجرى عليه الأحداث فى العالم الخارجى يمكن تفسيره ، إذا افترضنا أن الأشياء المادية ، قد وضعت إلى الأبد ، بحيث تتحرك فى مكان عام يشترك فيه كل المشاهدين ، وإذا تجاوزنا التعقيد الذى تدخله نظرية النسبية (ص ٩٢) يمكننا القول بأن هذا المكان العام هو المكان الفيزيائى .

المكان المطلق : هو ذلك النوع الخاص من المكان الفيزيائى الذى أدخله نيوتن ليجعل منه أساساً لنظامه الميكانيكى (ص ١٥٠) وظل يستخدم استخداماً علميًّا عاماً على امتداد الفترة بين نيوتن وأينشتين . عندما نقول إن قطاراً تحرك مسافة عشرة أميال متجها نحو محطة لندن ، فنحن نعنى أنه تحرك مسافة قدرها عشرة أميال على طول القضبان التى يجرى عليها نحو المحطة ، وليكن من العلامة ١٠٥ ميلاً إلى العلامة ٩٥ ميلاً ، وفى نفس الفترة من الوقت كانت الأرض تحمل هذه القضبان معها ، وتنقلها مائة ميل نحو الشرق خلال دورتها اليومية حول محورها ، وربما تحركت ١٠,٠٠٠ ميل من مدارها السنوى حول الشمس على حين تجر الشمس الأرض معها ، ولعلها تحركت ١٠٠,٠٠٠ ميل متجهة إلى أقرب نجم ، و ١,٠٠٠,٠٠٠ ميل مبتعدة عن مجرة بعيدة ، وكل هذه الحركات حقيقية وصادقة بنفس الدرجة ، ولكنها كلها نسبية فحسب بالنسبة لجسم آخر يتحرك .

قد يستمر هذا التسلسل بلا حدود ، إلا أن نيوتن تخيل أنه لا يستمر ، فقد اعتقد أن أقصى أجزاء الكون تشغلها كتل هائلة تهيئ نقطاً ثابتة تسند إليها الحركة ، على حين أنها نفسها تعتبر مقاييس للسكون المطلق ، برغم أنه عقب بملاحظة أنه « ربما لا يوجد جسم فى سكون حقيقى ، بحيث يمكن أن تسند إليه المواضيع والحركات » . وفيما بعد افترضوا أن المكان مملوء بأثير شبيه بالهلام ، وافترضوا كذلك أنه يقدم قياساً للسكون التام إلى أن أطاح به مجىء نظرية النسبية ، وبالتسليم بوجود مثل هذه المقاييس ، وصف نيوتن المكان الذى تؤخذ منه هذه القياسات على أنه المكان المطلق . وهو كما قال : « فى طبيعته الذاتية ، وبغير اعتبار لأى عامل خارجى ، يظل دائماً متماثلا وغير قابل للحركة » ، وقد قابل بينه وبين المكان الإدراكى الحسى الذى وصفه بالمكان النسبى — على أساس أنه « بعد أو مقياس قابل للحركة من المكان المطلق الذى تحدده حواسنا » .

وفى أسلوب مماثل تماماً ، نستطيع أن نميز أربعة معان متميزة للزمن ، فهناك زمن تصورى ، وزمن إدراكى حسى ، وزمن فيزيائى ، وزمن مطلق .

الزمن التصورى : هو زمن الديناميكا النظرية ، وكل المحاولات المجردة لدراسة التغير والحركة ، وهو مثل المكان التصورى لا يوجد إلاّ فى عقل شخص يفكر ، وهو يجعله ذا بعد واحد عادة ، وإن كانت هذه ليست قاعدة ، فمثلاً وجد ديراك Dirac أنه من المناسب أن يقاس الزمن بالعدد ، وهو ما يصل إلى افتراض أن الزمن له أبعاد كثيرة بقدر ما نود أن ننسب إليه .

الزمن الإدراكى الحسى : يسجل انسياب الزمن لأى فرد يدرك حسيًّا ، وهو بهذا متعلق بوعى فرد معين ، وينعدم من الوجود بمجرد أن يفقد هذا الفرد وعيه ، وتدلنا الخبرة على أن عمليات الإدراك الحسى لجميع الأفراد تقع على

سلسلة خطية واحدة – أى أنها تأتى الواحدة تلو الأخرى وبذا فالزمن الإدراكى أحادى البعد.

الزمن الفيزيائى : هو زمن العالم النشط للفيزياء والفلك وهو عام كالمكان الفيزيائى ، وعلى العكس من الزمن التصورى أو الإدراكى الحسى فهما خاصان ، كذلك وجد العلم أن النسق الذى تسير عليه الأحداث يتوافق هو وافتراض أن كل الأحداث يمكن ترتيبها بشكل موحد فى تسلسل خطى واحد ، والموضع على هذا التسلسل هو الذى يحدد الزمن ، ويسمح هذا بعدد لا نهائى من الطرق لقياس الزمن بحيث يجب الاتفاق على مفهوم لكيفية القيام بالقياس الفعلى . ونحن نتفق على اختيار بعض الحركات التى تكرر نفسها بانتظام ، مثل حركة الأرض فى مدارها ، لنجعل منها « ساعة » ونحتسب كل تكرار لهذه الحركة كوحدة للزمن – وفى هذه الحالة بالذات تكون وحدة الزمن سنة كاملة ، وهى وحدة كبيرة جدًا بالنسبة لمعظم الأغراض العملية ، فلابد من اكتشاف حركات أخرى تتكرر بانتظام ، مثل تذبذبات البندول أو اهتزازات إحدى البللورات ، فهى حركات تتكرر مراراً فى السنة ، وتهيىء لنا الوحدات التى نحتاجها فى حياتنا العامة ، وفى الأبحاث العلمية التى يدخل فيها الزمن.

الزمن المطلق : وهو المناظر للمكان المطلق ، رأينا كيف أنه يمكن تركيب « ساعة » لتعطينا قياساً مناسباً للزمن فى أى نقطة من المكان ، ومشكلة تزامن الساعات المختلفة فى الأجزاء المختلفة من المكان سنعود إليها فيما بعد ، فلو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية فمن السهل ضبط الساعات البعيدة مثلما نضبط ساعات أيدينا على ساعة الجامعة ، وعندما أهمل نيوتن أن سرعة انتقال الضوء محدودة ، سلم بإمكانية القيام بذلك ، كما سلم بأن هناك زمنًا كونيًا . « ينساب

باطراد ، وبغير اعتبار لأى عامل خارجى » على امتداد الكون ، وهذا ما نصفه بالزمن المطلق .

ما هما المكان والزمان :

لا توجد صعوبة فى فهم معنى المكان التصورى أو الإدراكى الحسى ، أو معنى الزمان التصورى أو الإدراكى الحسى ، لأنها من مبتكراتنا الخاصة ، وكل هذه المعانى تتواجد فى وعينا الشخصى ، وتنعدم من الوجود عندما يتوقف الوعى عن العمل ، ولكن عددًا كبيرًا من الآراء قد طرحت حول الأهمية الحقيقية للمكان والزمان الفيزيائيين .

فالعلم تبنى وجهة نظر نسبية عن عالم الطبيعة ، وسلم بأن إدراكاتنا الحسية ، مصدرها أشياء ذات وجود حقيقى – مثل النجوم ، والطوب ، والذرات . . . إلخ – وهذا الوجود خارج عقولنا ومستقل عنها ، فإذا انعدمت عقولنا من الوجود أو توقفت عن العمل فإن النجوم والطوب والذرات تظل موجودة ، وقادرة على إحداث إدركات حسية فى عقول أخرى ، ووجهة النظر هذه تجعل للمكان والزمان وجودًا حقيقيًّا كوجود الأشياء المادية ، فهما موجودان من قبل أن يظهر العقل فى العالم ، وسيظلان موجودين بعد فناء كل العقول .

وفى مقابل هذا أبرزت الفلسفة إمكانية وجود آراء مختلفة ، فهى مثلاً ترى أننا لا نعرف غير أنفسنا وغير ما هو فى داخل عقولنا ، أما ما هو خارجها فليس فى وسعنا أكثر من أن نخمنه ، والتخمين قد يؤدى إلى الخطأ ، وتفترض الفلسفات الذهنية أو المثالية أن ما هو خارج العقل ليس له الوجود الخاص الذى يفترضه أصحاب المذهب الواقعى ، لأن الوعى أساسى فى العالم ، والأشياء التى افترض أنها حقيقية والتى تحدث إدراكاتنا الحسية هى من خلق

عقولنا وعقول الآخرين ، وليس هناك مبرر لأن نضفى على المكان والزمان درجة من الحقيقة أعلى مما نضفى على الأشياء التى نعينها فى المكان والزمان ، والنتيجة أنهما يصبحان أيضًا من المبتكرات الذهنية ، وبهذا يصبح المكان والزمان التصوريان والإدراكيان على نفس الدرجة من الحقيقة مثل أى شىء آخر ، على حين يصبح المكان والزمان الفيزيائيان مجرد محاولات للتعميم الذهنى من هاتين الحقيقتين ، ويناقض هذا رأى أصحاب المذهب الواقعى فهم يرون أن المكان والزمان الفيزيائيين حقيقيان ، على حين أن المكان والزمان التصوريين والادراكيين لا يزيدان على مجرد انعكاسات وتجريدات من هاتين الحقيقتين .

وفى العصور الحديثة كان أول من تعرض لطبيعة المكان والزمان هو نيقولا القوساوى (١٤٠١ – ١٤٦٤) فقد اعتقد أن المكان والزمان من إنتاج العقل ، وعلى هذا فهما فى درجة من الحقيقة أدنى من العقل الذى خلقهما ، وفى مقابل هذه النتيجة الفلسفية الصرفة ، نرى چيوردانو برونو (١٥٤٨ – ١٦٠٠) يتعرض للمكان والزمان من الناحية الفلكية فيرى أن العبارات : (فوق) ، و (تحت) و (ساكن) و (متحرك) ليس لها معنى فى عالم تستمر فيه الشموس والكواكب فى الدوران إلى الأبد دون أن تعرف أى مركز ثابت ، وعلى هذا فالحركات كلها نسبية وهو نفس ما أقنع به أينشتين العالم بعد ذلك – والمكان والزمان المطلقان لابد أنهما من تلفيق الخيال ، وكانت لليبنتز (١٦٤٦ – ١٧١٦) آراء مماثلة لذلك ، فقد اعتقد أن المكان والزمان لايوجدان بذاتهما ولكن بنسبتهما للأشياء ، فالمكان ما هو إلا ترتيب الأشياء التى تتواجد معاً ، والزمان ترتيب للأشياء التى تتعاقب ، فكل هؤلاء المفكرين اختصروا المكان والزمان إلى المكان والزمان التصوريين والإدراكيين ، فى حين جعلوا المكان والزمان

الفيزيائيين بلا وجود حقيقى ، أما المكان والزمان المطلقان فلم يتعرضوا لهما على الإطلاق .

ثم أتى إسحاق نيوتن (١٦٤٢–١٧٢٧) ليعارضهم جميعًا ، فقد سلم ضمنيًا بأن المكان والزمان ليسا مجرد تابعيْن للوعى بل هما موجودان بذاتهما ، وأتى بالفرضية العلمية التى ترى أن القياسات المطلقة للمكان والزمان ممكنة على الأقل من حيث المبدأ .

مناقشة « كانت » للمكان والزمان :

بدأ « كانت » مناقشته حول المكان والزمان بأن طرح الأسئلة التالية : ما هما المكان والزمان ؟ هل لهما وجود حقيقى ؟ أو هما مجرد علاقات بين الأشياء ؟ وإن كانا مجرد علاقات بين الأشياء فهل تنتمى هذه العلاقات إلى الأشياء حتى إن لم تدرك الأشياء حسيًا ؟ أو بمعنى آخر هل هما من ابتكار العقل الذى يدرك حسيًا ؟

لم يميز « كانت » بين الأنواع المختلفة من المكان والزمان التى مررنا عليها ، ولكنه تعرف عليها كلها على أنها المكان والزمان الإدراكيان وكان رأيه عمومًا أن المكان ليس له وجود حقيقى بذاته ، ولكن عقولنا تتقدم به على أنه هيكل لترتيب الأشياء ، بحيث لا يصح أن نتكلم عن المكان أو امتداد الأشياء وغيرها إلا من وجهة النظر الإنسانية فقط ، و « المكان ليس تصورًا مشتقًا من خبرة خارجية ، بل هو تمثل قبلى ضرورى يصلح لكى تؤسس عليه كل الإدراكات الحسية الخارجية » والزمان أيضًا ليس تصورا تجريبيا ، وليس له وجود حقيقى خاص به ، وعلى حين يصلح المكان لتمثلات الإدراك الحسى الخارجى ، نجد الزمان يصلح لتمثلات الإدراك الحسى الداخلى – « إدراك الذات ، وإدراك حالاتنا الداخلية » .

حاول «كانت» أن يبرر هذه الآراء وهو يناقش نقيضته الأولى antinomy ، والمقصود بالنقيضة عند «كانت» أنها تأكيدان متناقضان يتأكد أحدهما ببطلان الآخر ، ويقول «كانت» إننا نجعل التأكيدين يتنازعان «ليس بغرض الحكم لصالح أحد الجانبين ، بل لنكشف عما إذا كان موضوع النزاع لا يزيد عن مجرد وهم ، على حين يجاهد كل جانب عبثا للوصول إلى هدفه ، مع أنه حتى لو وصل إلى هدفه لن يكسب شيئًا ، وبعد أن يجد كل جانب أنه قد أرهق نفسه بدلاً من أن يجرِّح خصمه ، سيكتشف الجانبان عدمية سبب الشجار ، وسينفضان وهما صديقان حميمان» . والأفكار الجديدة التى تسترضى المتنازعيْن توصف بأنها حل النقيضة ، وهذا الحل قد يكون صادقًا أو غير صادقٍ ، ولا يمكن البرهنة على صدقه إلا إذا أثبتنا أنه يقدم الحل الفريد للنقيضة ، وليس بطريقة أخرى ، ولو أنه أغفل هذه النقطة .

أول نقيضة «لكانت» تتألف باختصار من تأكيديْن بأنه من المستحيل أن نتصور أن :

(ا) العالم له بداية فى الزمان ، وهو أيضاً محدود فى المكان .

(ب) العالم ليس له بداية فى الزمان ، وليس له حدود فى المكان .

والمبررات التى يقدمها لكى يرفض البديلين كليهما تبدو غير مقنعة على الإطلاق ، يراها العقل العلمى المعاصر لا معنى لها ، فليس هناك مبرر لكى نربط بين لا نهائية المكان ولا نهائية الزمان كما فعل «كانت» ، فعلماء الرياضيات تناولوا بالدراسة خواص الأكوان التى يكون فيها المكان محدودًا والزمان غير محدودٍ ، ولم يجدوا أى نوع من عدم الاتساق المنطق ، فمن السهل أن نتناول الزمان والمكان كلاً على حدة .

عارض كانت البديل (ب) فاحتج بأن أى كمية لابد أن نعتبرها تركيبة من

وحدات كمية منفصلة يعقب بعضها بعضًا ، فمثلاً الكيلو متر يعتبر طولا لـ ١٠٠٠ مسطرة طول كل منها متر وقد وضعت إحداها عند نهاية الأخرى ، فإن كانت الكمية لا نهائية ، لن يمكن للتركيبة أن تستكمل أبدًا ؟ وهذا فى رأيه هو التعريف الحقيقى للانهائية ، ومن ثم « فإن هذا يستتبع دون الوقوع فى خطأ ، أن أبديةً تتكون من حالات فعلية متعاقبة حتى لحظة معينة (ولتكن اللحظة الحاضرة) لا يمكن أن تكون قد نشأت ، وأن العالم لهذا السبب لابد أن يكون له بداية » .

فى هذه القضية بعض الكلمات المبهمة مثل « لا يمكن أبدًا استكمالها » ، نريد مثلاً أن نعرف من أو ما الذى لا يمكن استكماله ؟ ولماذا يريد ذلك ؟ وهل يريد استكمالها فى تخيله أو فى الحقيقة ؟ وإلى أن تصلنا بعض المعلومات ، فالقضية لا تزيد على بعض الكلمات التى لا معنى لها .

وبخلاف هذا ، فالقضية فاشلة لأن أى كمية يمكن تناولها بطريقة أخرى غير أن تتعاقب على شكل وحدات منفصلة ، فلماذا يجب التفكير فى الكيلو متر على أنه ١٠٠٠ متر ؟ لماذا لا يكون نصفى كيلو متر متعاقبين ؟ أو لماذا لا ننظر إليه ببساطة على أنه كيلو متر واحد ؟ إننا بمجرد أن نوافق على الاحتمال الأخير ، تتهاوى قضية « كانت » ، لأننا فى هذه الحالة سوف نزيد فى طول المكان أو الزمان بمقدار وحدة القياس كما هى حرفيًا Pari Passu وبرغم أن أعمارنا المحدودة أقصر من أن تسمح لنا بتخيل الأبدية على أنها تعاقب للساعات أو الأعوام ، فمازلنا نستطيع التفكير فيها على أنها أبدية واحدة .

وفى معارضته لـ (ا) ، يحتج « كانت » بأنه لو كان للعالم بداية فى الزمان فلابد أنه كان هناك زمان خال من العوالم ، ولكن ليس هناك سبب لوجود أى شىء يبدأ فى زمان خال ، لأنه لا جزء من هذا الزمان يتضمن حالة كينونة

متميزة تكون أفضل من اللاكينونة (العدم) . وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون للعالم بداية .

وهذه الحجة تسقط لأنه سلم بأن الزمان قد سبق العالم ، فهذا لم يكن الرأى المألوف للفلسفة ، فأفلاطون مثلاً رأى أن الزمان والسموات وجدا فى نفس اللحظة ، وكتب القديس أوغسطين : Augustine

Non in tempore sed cum tempore finxit Deus mundum

« لم يشكل الله العالم فى الزمان ، ولكن مع الزمان » و « كانت » نفسه يقول بأن الزمان ليس موجوداً بذاته ، بل هو « شكل الحالة الداخلية أى لإدراكاتنا لذواتنا ولحالاتنا » ، فإن كان الزمان فى داخل ذواتنا ، ونحن فى داخل العالم ، فلابد أن يكون الزمان فى العالم ، وأنه لمن تحصيل الحاصل أن نقول إن العالم موجود فى الزمان .

وبعد أن يورد « كانت » قضايا مماثلة بخصوص المكان ، يرى أن الحل هو أن المكان والزمان ليس لهما وجود حقيقى ، بل هما مجرد شكلين للإدراك الحسى البشرى ، وعلى هذا فهما من خلق العقل البشرى وحده ، ونحن أحرار فى تصور البديل (ا) مرة والبديل (ب) . مرة أخرى ، فهذا لا يزيد فى تناقض طرفى النقيضة ، مثلما يحدث أن نرسم الخرائط مرة باستعمال مسقط مركاتور ومرة أخرى بالمسقط المجسم ، ونحن أحرار فى استعمال ما يخدم أغراضنا بطريقة أفضل ولكن حتى لو كانت الحجج التى ساقها « كانت » صحيحة ، فلسنا ملزمين بتقبل « الحل » الذى يراه ، لأنه حتى لم يحاول إثبات أنه الحل الوحيد الممكن .

وهناك ثلاثة من التأملات التى تتعرض لمشكلة المكان والزمان ، ولعل هذا هو موضعها على ضوء تأثيرها فى مبادئ « كانت » عن المكان والزمان .

السرعة المحدودة للضوء :

يستغرق الضوء فترة من الزمن لكي ينتقل خلال المكان ، ويبدو أن «كانت» لم يكن يعرف هذه الحقيقة برغم أن الفلكي الدنمركي رويمر Roemer اكتشفها منذ عام ١٦٧٥ ، فكوكب المشترى له عدد من الأقمار التي تدور من حوله بنفس النظام الذى يدور به القمر حول الأرض ، وعندما عرفت الفترة التي تستغرقها دورة كل قمر للمشترى ، بدا أنه من السهل أن يوضع جدول زمنى لحركات أى قمر فى المستقبل ، ووضع رويمر هذا الجدول الزمنى ، ولكنه وجد أن الأقمار لم تلتزم به ، فقد وجد أن الأقمار تتأخر وتتخلف عن زمنها المحسوب عندما يكون المشترى أبعد عن المسافة المتوسطة بينه وبين الأرض ، على حين تأتى مبكرة عن توقيتها عندما يقترب المشترى من الأرض ، واكتشف رويمر أن الاختلافات التي شاهدها يمكن تفسيرها إذا افترضنا أن الضوء ينتقل خلال الفضاء بسرعة محددة وموحدة ، وعلى هذا فالاختلافات الظاهرة تعتمد على الزمن الذى يستغرقه الضوء فى انتقاله من المشترى إلى الأرض وتأكدت صحة هذا التفسير تأكداً راسخا عندما اكتشف برادلى ظاهرة التشوه سنة ١٧٢٥ .

وهذا يرينا أن المكان والزمان ليسا مستقلَّيْن تماماً عن بعضهما ، كما تصور «كانت» وآخرون غيره ، بل على العكس ؟ لابد أن هناك علاقة وثيقة بينهما .

وحدة المكان — الزمان :

كانت نظرية النسبية هى التي كشفت عن طبيعة هذه العلاقة ، ففيما سبق افترض نيوتن أن كل الأشياء يمكن أن توضع فى المكان المطلق الذى اقترحه ، وأن كل الأحداث حيثما تقع يمكن أن يحدد لها موضع بطريقة موضوعية خاصة

على تيار الزمن المطلق دائب التدفق ، كانت هذه المسلمات كافية لتتلاءم مع غرضه ، ومع المعرفة العلمية للقرن السابع عشر ، ولكن الأبحاث التى تلت ذلك بينت أنها لا تكفى لتفسير انتقال الضوء وسلوك الأشياء التى تتحرك بسرعة كبيرة تسمح بمقارنتها بسرعة الضوء ، ثم أتت النظرية الفيزيائية للنسبية لتقترح ، وإن كان ذلك بدون دليل مقنع حاسم ، أن المكان الفيزيائى والزمان الفيزيائى ليس لهما وجودان منفصلان ومستقلان ، بل يبدو أنهما أقرب إلى تجريدين أو اختيارين من شيء أكثر تعقيدًا ، هو مدمج المكان والزمان الذى يتضمنهما معاً .

من الطبيعى دائماً أن نأخذ أى شيئين من طبيعة متشابهة ، وأن ندمجهما معًا فى وحدة منفردة تتضمن كليهما ، وقبل مجيء نظرية النسبية لم يتخيل أحد أن المكان والزمان متماثلان فى طبيعتهما بما يكفى لإضفاء أهمية خاصة على ناتج إدماجهما ، ولكن ثبت أن مثل هذا الإدماج له أهمية مذهلة فى تفهم الفيزياء .

يمكن اعتبار أى مكان من النوع المألوف ثلاثى الأبعاد وكأنه معلق على هيكل ذى ثلاثة خطوط متعامدة ، وهذه الخطوط تشير إلى ثلاثة اتجاهات متعامدة فى المكان مثل : الشرق – الغرب ، والشمال – الجنوب ، وفوق – تحت ، والشخص الذى يراقب مكانه الإدراكى يعامله عادة بهذه الطريقة ، وعالم الرياضيات يعامل مكانه التصورى بنفس الطريقة فيما عدا أنه يستبدل الاتجاهات الثلاثة المتعامدة بتجريدات ذهنية خالصة ، يشير إليها عادة بصفر – س ، صفر – ص ، صفر – ع ، فلنتصور الآن أن المكان الإدراكى قد قطع على هيئة طبقات أفقية رقيقة رقة لا نهائية ، كما لو كانت قطعة من اللحم البقرى وقد قطعها أحد الطهاة الماهرين إلى شرائح رقيقة رقة لا نهائية ، إن كل شريحة مفردة فى حد ذاتها تشكل مستوى أفقيًا فقط ، له امتداد فى اتجاهى : الشرق – الغرب ، والشمال – الجنوب ، وليس له امتداد فى اتجاه فوق – تحت ، فإذا

تصورنا أن تلك الشرائح المتعددة قد رتبت الواحدة فوق الأخرى فى مواضعها الأصلية ، ثم لحمت سويًّا ، فسنكون قد استعدنا المكان الأصلى ثلاثى الأبعاد ، وعندما أجرينا هذه العملية الأخيرة ، لحمنا الرأسى على الأفقى فحصلنا على شيء يختلف عنهما ، هو المكان ثلاثى الأبعاد .

لنتصور الآن أننا استبدلنا الشرائح ثنائية الأبعاد بالأماكن الإدراكية الحسية ثلاثية الأبعاد لأحد الأشخاص (ا) عند لحظات متعاقبة من خبرته ، فلنأخذ كل هذه الأماكن الإدراكية ولنرتبها بجوار بعضها فى نظام ، وحيث إن هذه الأماكن متجاورة وليست متداخلة ، فلابد أولاً أن نتخيلها جميعًا وقد رتبت فى مكان رباعى الأبعاد ، وإذا تصورنا أنها مدمجة معًا ، فسوف تشكل متصلاً يمكن وصفه بأنه وحدة المكان – الزمان بالنسبة للفرد ا . وهى مكان تصورى من أربعة أبعاد ، ولأنه مركب من الأماكن الإدراكية الحسية ثلاثية الأبعاد للشخص المفرد ا ، فمن المناسب اعتبار أنه ذاتى وخاص بهذا الشخص .

ويمكننا أن نبتكر وحدة مكان – زمان ثانية من الأماكن الإدراكية الحسية لشخص آخر (ب) والتى نتوقع أنها ذاتية وخاصة بالشخص ب ، ولكن نظرية النسبية بينت أن وحدتى المكان – الزمان اللتين ركبناهما بهذه الطريقة منطبقتان ، أى أنهما نفس الشيء بالنسبة لـ ا و ب أو أى شخص آخر يدرك حسيًّا مثل ج أو د أو هـ . . . ، بمعنى أن وحدة المكان – الزمان التى نركبها من أماكن إدراكية خاصة لأى شخص مفرد قد ثبت أنها عامة ، أى موضوعية ، فالمكان والزمان منفصلين يعتبران خاصين ولكن عند اندماجهما فالناتج عام وموضوعى .

وكما أنه ليس فى إمكاننا أن نتكلم عن اليمين والشمال فى المكان المألوف ، لأن اليمين والشمال لا ينتميان للمكان بل لشخص فى المكان ، وتقسيم المكان إلى

يمين وشمال لا معنى له إلا بالنسبة لشخص معين ، فبنفس الطريقة لا يمكننا أن نتكلم عن المكان أو الزمان فى وحدة المكان – الزمان ، لأن المكان والزمان منفصلين لا ينتميان لوحدة المكان – الزمان ، بل لأحد الأشخاص فيها ، ولتحديد المكان أو الزمان الخاصيْن بأحد الأشخاص فإننا نكون فى حاجة إلى المشاهدات التى يقوم بها بنفسه أو مستعيناً بمعمل مجهز بآلات التصوير ومختلف أجهزة القياس التى تفى بالغرض .

إن المشاهديْن اللذيْن يظلان متقاربين سيكون لهما نفس المكان الإدراكى ، أما إذا كانا يتحركان بسرعتيْن مختلفتين ، أى يغيران مواضعهما النسبية ، فسوف يكون لهما مكانان إدراكيان مختلفان ، ونظرية النسبية أوضحت أن تلك الأماكن الإدراكية المختلفة يمكن الحصول عليها إذا أخذنا مقاطع عرضية فى اتجاهات مختلفة من وحدة المكان – الزمان أو بعبارة أخرى : كل مدرك يقسم وحدة المكان الزمان العامة إلى مكان وزمان بطريقته الخاصة وطريقة التقسيم تعتمد على سرعة حركته .

ولتقريب ذلك من أذهاننا ، يمكننا أن نستعمل تشبيها وإن لم يكن دقيقاً تمامًا ، فنحن نعلم أن الكرة لها أى عدد من الأقطار المختلفة تشير إلى اتجاهات مختلفة ، وليس من الدقة أن نقول إن أحد هذه الأقطار بدلذات هو ارتفاع الكرة ، فكل قطر يمكن أن يعتبر ارتفاعاً للكرة إذا أدرنا الكرة بطريقة معينة بحيث يشير هذا القطر إلى أعلى ، ومادامت الكرة ليس لها علاقة بأى شىء آخر فإن الحديث عن الارتفاع والسمك والطول لا معنى له ، وبنفس الأسلوب يكون الزمان والمكان بلا معنى إذا طبقناهما على المتصل رباعى الأبعاد مجردًا ، ولكن كما يحدث عندما توضع الكرة على أرضية أفقية فيصبح قطرًا معينًا هو الارتفاع ، فكذلك عندما نضع أحد العلماء أو المشاهدين داخل المتصل رباعى

الأبعاد لكى يقيس أو يستكشف فيه ، فإنه يتعرف فوراً على أحد الاتجاهات على أنه الزمان ، وهذا الاتجاه يعتمد على السرعة التى يتحرك بها المشاهد .

والمشكلة التى تواجهنا الآن هى إيجاد طريقة لتقسيم وحدة المكان – الزمان إلى مكان وزمان منفصليْن ، بحيث لا يعتمد التقسيم على الظروف الخاصة للشخص الذى يدركها ، فإن أمكن إيجاد هذه الطريقة ، سوف نجد أن المكان والزمان اللذيْن نحصل عليهما هما نفس المكان والزمان المطلقين الذين عرفهما نيوتن ، أما إذا لم نستطع العثور على مثل هذه الطريقة ، فإن هذا لا ينفى إمكانية وجودها ولا إمكانية وجود المكان والزمان المطلقيْن فلعلهما بكل بساطة لم يكشفا عن نفسيهما ، ويبدو أنه من المستبعد اكتشاف مثل هذه الطريقة إطلاقاً ، فما دمنا نتناول بالبحث الفيزياء المألوفة – أى فيزياء المقاييس الإنسانية ، فنحن نعرف أن النسق الذى تسير عليه الأحداث يتصف بما يقرب من درجة الكمال ، ولهذا فلابد من وصفه على ضوء وحدة المكان – الزمان ككل ، وليس على ضوء أبعادها المنفصلة لأنها لا تحقق الموضوعية الكاملة .

وبرغم أن الفيزياء التى تتناول مستوى المقاييس البشرية تعجز عن الفصل بين المكان والزمان ، فإن الفيزياء الذرية أو الفلك – أى الفيزياء على مستوى المجرات – قد يقومان بدور آخر ، وربما يساعدنا ضرب الأمثلة على شرح ذلك .

فلنتخيل جنساً من أسماك البحار العميقة ، يعيش فى أعماق المحيط بحيث لا ينفذ إليه أى شعاع من ضوء الشمس ، هذه الأسماك لها نفس كثافة الماء الذى تعيش فيه ، بحيث يسهل عليها أن تسبح إلى أعلى مثلما تسبح إلى أسفل ، ولنتخيل أنه ليس لديها أى وسيلة للتمييز بين الاتجاهات ، فلو أن هذا الجنس من الكائنات تناول الظواهر الفيزيائية بالدراسة لوجد أن قوانين البصريات والكهربية ، والمغنطيسية . . . إلخ لا تميز بين الاتجاهات المختلفة فى المكان ،

لعل هذه الكائنات تزعم أن الطبيعة تعامل كل الاتجاهات على قدم المساواة ، ولأن أفراده لا يملكون أى وسيلة لتمييز الأفقى من الرأسى فسيصفون الاتجاهات المختلفة بطريقة ذاتية صرفة ، فالحديث عن فوق وتحت لا يشير إلى اتجاهات محددة بالنسبة لمركز الأرض بل بالنسبة لبطونهم وظهورهم ، ولن تكون لديهم معرفة موضوعية عن الشمال والجنوب والشرق والغرب ، بل عن اتجاهات ذاتية يصفونها باستعمال كلمات مثل أمام وخلف ويمين وشمال .

فى هذا المثل الذى ضربناه ، يقوم التشبيه بين جنس الأسماك وعلماء الفيزياء الذين يدرسون الفيزياء فى عالم المقاييس الإنسانية ، على حين يتشابه المكان ثلاثى الأبعاد الذى تسبح فيه الأسماك مع وحدة المكان - الزمان رباعية الأبعاد التى عرفنا من نظرية النسبية أننا موجودون فيها ، ومثلما لم تجد الأسماك أى وسيلة لتقسيم مكانها إلى أفقى ورأسى كذلك لم تهيئ لنا طبيعة المقاييس الإنسانية أى وسيلة لتقسيم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين .

والآن فلنفرض أن إحدى السمكات غامرت بالسباحة نحو سطح البحر ، إنها لم تعد تدرس الطبيعة بالمقاييس السمكية ، بل على مستوى العالم كله ، وهى عندما فعلت هذا وجدت مدى كاملاً من الظواهر الجديدة ، من بينها أن هناك سطحاً موضوعيًّا قد هيأته الطبيعة ، يحدد لها فورًا الاتجاهات الأفقية والرأسية فى المكان بطريقة موضوعية تامة .

أما نحن فعندما ننتقل من فيزياء المقاييس الإنسانية إلى الفيزياء الفلكية ، فهناك احتمال بأن نمر بتجارب شبيهة بالتى مرت بها السمكة المغامرة ، فالفرضية العلمية التى ترى أنه لا وجود للمكان والزمان المطلقين قد تشيع النظام فى فيزياء المقاييس الإنسانية ، ولكنها فيما يبدو تبعث الفوضى فى علم الفلك ، وعلى ذلك فقد لا تكون الفرضية على صواب ، لقد رأى نيوتن أن الكتل الشاسعة التى

تحتل أبعد أجزاء الكون قد تصلح كهيكل يمكننا من قياس السكون والحركة المطلقين ، ولعلنا نحتاج إلى ما يشبه هذا إذا أردنا أن نعطى معنى للنسق الذى تجرى عليه الأحداث ، كما كشف عنه مؤخراً علم فلك المعجزات ، إن علم الفلك الحديث مطالب بإيجاد طريقة لتحديد الزمان المطلق ، وعندها سوف نطلق عليه اسم الزمان الكونى ، وعلى ذلك تنقسم وحدة المكان – الزمان الى مكان وزمان منفصلين بواسطة الطبيعة نفسها ، وبغير ذلك يظل كافة المشاهدين كما هم ؛ كل منهم يقسم وحدة المكان – الزمان إلى مكانه الإدراكى الخاص وزمانه الإدراكى الخاص .

نظرية النسبية :

تلك الملاحظات التى مررنا بها تجسم الخلاصة الرئيسية لنظرية النسبية المحدودة أو الفيزيائية ، التى وضعها أينشتين سنة ١٩٠٥ ، ولابد أن نتذكر دائماً أن هذه النظرية استنتاج مما نشاهده فى نسق الأحداث ، وهذا النسق لا يمكن أن نعبر عنه إلا بلغة رياضية ، لذلك لا يمكن التعبير عن نظرية النسبية بدورها إلا بلغة الرياضيات ، فهى تتناول مقاييس الأشياء لا الأشياء نفسها ، ولهذا السبب لن نعرف منها أى شىء عن طبيعة المكان أو الزمان .

ومع ذلك ، فهى تبين أن المقاييس الرياضية للمكان والزمان متشابكة ومندمجة ، ولهذا قد يكون من المقبول أن نفترض أن المكان والزمان نفسيهما لهما نفس الطبيعة ، أى أنهما مندمجان ، والتمييز بين المكان والزمان كشكلين للإدراك الحسى للخبرة الخارجية والداخلية وهو رأى اشترك فيه مع «كانت» عدد كبير من الفلاسفة لم يعد مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الفيزيائيين ، وإن كان مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الإدراكيين .

إن وحدة المكان – الزمان التى عرفناها عن طريق نظرية النسبية تظهر بوضوح فى أفكار الفيلسوف ألكسندر Alexander (١٨٥٩–١٩٣٨) ، فهو يفترض أنها الحقيقة الأولية التى نشأت منها كل الأشياء ، ويرى أن المكان – الزمان الخالصين هما أكثر الأشياء بساطة وبدائية فى العالم ، ومنهما انبثقت أنواع مختلفة من المادة ، ثم نرتقى بالتدريج فنجد الحياة ثم الوعى ثم الألوهية ؛ لقد رأى كل مفكرى القارة الأوربية الذين ذكرناهم أن المكان والزمان من خلق العقل ، أما ألكسندر فقد رأى أن العقل من خلق المكان والزمان[٣] .

تمثلات فى المكان والزمان :

فى النهاية ، بقى أن نلاحظ أن العلم وشتى الفلسفات المادية ظلوا على مدى القرون يفترضون أن كل الأشياء والأحداث ، بل والكون بأكمله يمكن ترتيبهم فى المكان والزمان ، ولكن العلم المعاصر وجد أن مثل هذا الترتيب غير ملائم ، إن شعاعات الضوء وموجات الصوت وغيرها من الرسل الذين يحملون إلينا أخباراً عن أحداث العالم الخارجي يمكن أن نعتبر أنهم ينتقلون فى المكان والزمان ، ومثل هذا التمثل متسق مع ذاته ، وله معنى ، ويعطينا تعليقاً منطقيًّا عن إدركاتنا الحسية ، ولكننا سوف نرى (فيما بعد) أننا لسنا أحراراً فى تصوير الأحداث التى تبعث بهؤلاء الرسل على أنها تقع فى المكان والزمان ، فمثل هذا التفسير لا معنى له ولا يؤدى إلى نظرة منطقية للكون ، وسوف نجد فى الحقيقة ما يمنع التمثل فى المكان والزمان ، وعلى هذا فالمكان والزمان لا يمكن أن يحتويا على الحقيقة بأكملها ، بل على رسل الحقيقة إلى حواسنا فحسب .

أشكال الإدراك والفهم عند «كانت»

إلى جانب شكلى الإدراك الحسى – المكان والزمان وقد تحدثنا عنهما ، تتضمن « الغرابيل الذهنية » كما رآها «كانت » اثنتى عشرة « مقولة » أو « شكلاً للفهم » ولن نحتاج للإسهاب فى تناول هذه المقولات ، فهناك مقولة واحدة يهتم بها العلم هى مقولة السببية Causality ، على حين أن بقية المقولات تهم المنطق ، رأى « كانت » أن عقولنا قد هيئت بحيث نرى تتابع الأحداث على ضوء علاقة السبب بالنتيجة .

والمقولات تظهر بأسلوب يختلف عنها لدى الفلاسفة الآخرين ، فهى عند أرسطو أشكال لتركيب العالم لا العقل ، أما هيجل فقد اعتبرها أشكالا للفكر فى العقل المطلق ، ثم عاد ألكسندر إلى المفهوم الأرسطى فاعتبر المقولات أشكالا للعالم ذاته .

فإذا كانت العقول التى وضعت كل استنتاجات الفلسفة تعمل بأسلوب واحد ، أسلوب تأمل الإدراكات الحسية لنفس العالم ، ومادام هناك نمط واحد من العقول وعالم واحد تتأمله هذه العقول ، فليس أمامنا وسيلة نقرر بها إن كانت أشكال الإدراك والفهم لدى « كانت » تنتج من تركيب العالم أو من تركيب العقل الذى يدرك العالم .

ولكننا رأينا كيف قدمنا العلم الحديث مؤخراً إلى عالمين جديدين (ص ٦٤) وكيف أن عالم العلم الحديث يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أقسام متميزة للغاية : ففى المركز عالم المقاييس الإنسانية ، وعلى أحد جانبيه العالم الدقيق للفيزياء الذرية ، وعلى الجانب الآخر عالم الفلك الشاسع وفى الأقسام الثلاثة تسود نفس قوانين الطبيعة ، ولكن جوانب مختلفة منها هى التى تتخذ الصدارة فى كل عالم ، حتى

نكاد نستثنى الجوانب الأخرى تماماً ، إلى درجة أننا قد نعامل الأقسام الثلاثة على أنها عوالم ثلاثة مختلفة ، تسرى فيها مجموعات مختلفة من القوانين ، ومع ذلك فمازالت العقول البشرية التى تدرسها هى نفسها فى كل حالة ، وعليها أن تتقدم لدراستها كلها بنفس التفكير.

هذان العالمان الجديدان قدما إلينا أداة نختبر بها المعرفة القبلية ، فإذا كانت تمثل خاصية فطرية فى العقل ، فلابد أن نجد تأكيداتها صادقة فى كل العوالم ، ولكن ثبت أن معظمها يصدق فقط فى العالم الذى نستطيع أن نراه وندرسه بدون استعمال الأجهزة العلمية ، لهذا استنتجنا أن مثل هذه المعرفة لم تفطر فى العقل الإنسانى بل ترسبت فى عقولنا من أثر خبرات عالم المقاييس الإنسانية ، ولو أننا من سكان عالم الالكترونيات أو عالم المجرات فلعل الخبرة كانت تترك أثراً مختلفاً فى عقولنا ، وعندها ربما يصف أصحاب النزعة العقلية المعرفة الجديدة بأنها قبلية.

يمكننا أن نختبر نظرية المعرفة عند «كانت» بطريقة مشابهة ، فأشكال الإدراك والفهم التى لها صلة بالعلم – وبالتحديد السببية وإمكانية التمثل فى المكان والزمان – تسود فى عالم المقاييس الإنسانية ، وليس فى عالم الفيزياء الذرية ذى المقاييس الدقيقة والذى لا نعرفه إلا من خلال الأجهزة العلمية ، فلو كانت أشكال الإدراك والفهم مساهمات من العقل الإنسانى فى الطبيعة ، لكان من الضرورى أن تطبق فى العوالم الثلاثة على قدم المساواة ولكنها لا تطبق على العوالم الثلاثة ، فنستنتج أنها ليست وسائل فطرية للتفكير الإنسانى ،بل هى مغروسة فى عقولنا ، أنها ليست قوانين نفرضها على الطبيعة بل هو قوانين أرغمتنا الطبيعة على تقبلها لأن معرفتنا عن العالم محدودة ، فنحن نظن أن كل شىء يمكن ترتيبه فى المكان والزمان لأن العالم الذى ندركه بحواسنا المجردة يبدو وكأنه

يسمح بالترتيب فى المكان والزمان ، وليس سبب ذلك أن الأشياء مرتبة على هذا النحو ، بل لأن رسلها إلى أعضاء حسنا تنتقل خلال المكان والزمان (ص ٩٨) ، وبنفس الكيفية نحسب أن علاقة السبب بالنتيجة تسرى على كل الأشياء ، لأن ظواهر عالم المقاييس الإنسانية تبدو متفقة مع قوانين السببية ، وتفسير ذلك هو أن الظواهر تخضع لقوانين إحصائية تترك فى أعضاء حسنا غير الدقيقة انطباعاً عن السببية ، إن خبراتنا عن عالمنا الإنسانى تخلق فى عقولنا عادات للتفكير تتقبل السببية والتمثل فى المكان والزمان بدون جدال ، ولا يمكننا أن نتخيل غير ذلك لأننا لم نمارس غير ذلك .

إذا كان هذا صحيحًا ، فلن تكون أشكال الإدراك والفهم «الكانتية» غمامات تقيد معرفتنا عن العالم الخارجى بل ستعتبر عدسات تركز هذه المعرفة ، وهذه المعرفة المركزة ستتعلق بعالم المقاييس الإنسانية فحسب ، لأنها خبرة تبلورت من هذا العالم وحده والذين يسكنون فى عالم الذرات والإلكترونات لديهم خبرات مختلفة ، ولو كان لديهم فيلسوف مثل «كانت» ، وله تركيب ذهنى مماثل تمامًا لفيلسوفنا ، فربما كان يخرج بمقولات أخرى وأشكال أخرى للحدس ومن الصواب أن نذكر أن كل ما استبقته الفلسفة الحديثة من نظرية كانت حول هذا الموضوع ، هو أن أشكالاً معينة للتفكير ، فطرية ، أو مكتسبة ، تتسبب فى أن تختار عقولنا بتركيبتها الخاصة شيئا معينًا بدلاً من غيره ، إن عقولنا تساهم فى الطبيعة التى تدرسها ، وهو رأى يرجع بالصدفة إلى الفيلسوف نيقولاس القوساوى والقرن الخامس عشر.

وحتى هذا القدر الذى تبقى من النظرية يعنى القليل ، مالم نسلم بإمكانية قيام معرفة قبلية عن الكون الخارجى ، لقد وضع «كانت» نظريته بأكملها بغرض أن يزيل الصعوبات التى واجهت المعرفة القبلية أما إذا تجاهلنا المعرفة القبلية ،

فلن نحتاج إلى هذه النظرية .

وفى الوقت نفسه كانت المعرفة القبلية فى حد ذاتها تركيبًا صمم بغرض تأكيد الميتافيزيقا فى مهمتها الخاصة بترسيخ مبادئ اللاهوت ، فلم يكن ديكارت أو «كانت» معنيين بأن يكون مجموع زوايا المثلث ١٨٠° ، سواء أثبتوا ذلك داخل عقولهم ، أو قاسوها بواسطة أجهزتهم أو رأوها بالضوء الواضح للعقل ، لقد كان اهتمامها الأساسى يتعلق بالمبدأ : وهو أن يتمكنوا من الادعاء بأن لديهم معرفة لا يمكن تحديها ، لأنها لم تصل إليهم عن طريق المداخل الخداعة للحواس ، والمعرفة التى أرادوا أن يدعوها لم تكن معرفة عن المثلثات ، بل عن الله ، والحرية ، والخلود ، لقد أرادوا أن يقولوا على سبيل المثال — إن الإرادة حرة لأنهم رأوها كذلك بالرؤية الواضحة لعقولهم .

بانقضاء تلك المرحلة من الفلسفة ، فقدت المعرفة القبلية أهميتها ، وبخلاف المعرفة الرياضية ، لم يعد يؤيدها سوى عدد قليل من الفلاسفة ، ومع ذلك فما كادت مكانة المعرفة القبلية فى الفلسفة تهتز حتى أجريت محاولة لبعثها فى الفيزياء .

فلسفة أدينجتون فى العلوم الفيزيائية

رأينا كيف رأى «كانت» ضرورة إنشاء (علم خاص عن الطبيعة) اعتمادًا على المعرفة القبلية المفطورة فى عقولنا وحدها ، وهو ما وصل إلى درجة الزعم بأن العالم لا يمكن إلا أن يكون من نوع واحد ، أو على الأصح لا يمكنه أن يبدو لنا إلا بطريقة واحدة مادامت عقولنا مركبة بطريقة معينة ، وعلى هذا فما كان للخالق أن يجعل العالم يبدو لنا مختلفًا عما هو عليه .

ويرى سير أرثر أدينجتون Sir Arthur Eddington بدوره أنه علينا أن نتمكن من إنشاء ما قد نصفه بأنه علم خالص عن الطبيعة ، اعتمادًا على المعرفة القبلية ، ولكنه يرى أن هذه المعرفة القبلية تنتمى إلى نظرية المعرفة Epistemology ، وأنها ليست فطرية ، أو بعبارة أخرى أننا لو توصلنا إلى استنتاجات حول العالم الفيزيائى تختلف عما توصل إليه علماء الفيزياء بالفعل بعد قرون من المعاناة فى المعامل فسوف نجد فى ذلك عدم اتفاق منطقى ، وهذا الرأى ينطبق على القوانين العامة للطبيعة لا على موضوعاتها الفردية ، كما أن أدينجتون عندما يتكلم عن الطبيعة فهو لا يقصد طبيعة موضوعية خارجنا ، بل يقصد الطبيعة كما تبدو لنا .

وهذا الرأى عامة سنفهمه جيدًا إذا ضربنا لذلك مثالا خاصاً .

رأينا فيما سبق أنه لو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية ، لكان من السهل من حيث المبدأ أن نجعل كل الساعات فى الكون متزامنة ، وسيكون ذلك بنفس السهولة التى نضبط بها ساعات أيدينا على ساعة الجامعة ، وربما احتجنا فى ذلك إلى التليسكوب ، ولكن الضوء لا ينتقل بسرعة لا نهائية لذلك لن نتمكن من جعل الساعات البعيدة متزامنة بهذه الطريقة ، ولابد أن يدخل فى حسابنا الزمن الذى يستغرقه الضوء لينتقل من إحدى الساعات إلى الأخرى ، بل إن نظرية النسبية بينت لنا أن جعل الساعات البعيدة متزامنة- حتى إن أمكن على الإطلاق- يحتاج إلى أسلوب أكثر تعقيدًا من مجرد النظر إلى الساعات البعيدة من خلال التليسكوب .

وعلى مدى السنوات من ١٨٨٧ - ١٩٠٥ أجرى عدد هائل من التجارب لأغراض أخرى وربما كانت أى تجربة منها قد دلتنا على مثل هذا الأسلوب ، ولكن هذا لم يحدث ، والمتفق عليه عامة الآن أن جعل الساعات البعيدة متزامنة

أمر مستحيل ، ليس بالمعنى الذى يجعل من المستحيل علينا أن نجعل طائرة تنطلق بسرعة ١٠,٠٠٠ ميل فى الساعة ، أى لأن مهارتنا الفنية لم تتقدم بعد بما فيه الكفاية – ولكن بالمعنى الذى نقصده عندما نقول إنه من المستحيل أن نرسل طائرة إلى القمر – لأنه كما بينت المشاهدة ، فالطبيعة لم تهيئ الوسط الذى تحلق فيه الطائرة من الأرض إلى القمر ، وبرغم أننا نعبر عن النتيجة الأساسية للنظرية الفيزيائية للنسبية بقولنا إنه من المستحيل أن نحدد سرعة مطلقة فى الفضاء ، فإنه يمكن تقريباً بنفس الدرجة من الصحة أن يعبر عنها بأنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة .

هذا الاستنتاج توصلنا إليه من خلال عدد هائل من التجارب العلمية التى عممناها ، ولكن دعنا نتخيل أن هناك جنساً من الكائنات التى تعرف بدون الحاجة إلى التجارب العلمية أنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة ، وتجنبًا للتكرار الممل فلنطلق عليهم اللاتزامنيين ، ولن يخطر ببال هذه الكائنات أن تجرى مثل تلك المجموعة الكاملة من التجارب المذكورة ، لأن اعتقاداتها الداخلية ، ستدلها على تلك الاستنتاجات بدونها ، ولو كان لديهم من يماثل فيلسوفنا «كانت» لوصف ذلك بالمعرفة القبلية ، أما إن كان لديهم من يماثل ديكارت لكان أوضح أن تلك المعرفة لاستقلالها عن كل خبرة على درجة من اليقين أسمى مما نشتقه من خلال عدد محدود من التجارب ، لأن أى تعميم من هذه التجارب قد تعارضه تجارب أخرى .

نعود إلى أدينجتون ، فنجده يزعم – باختصار – أننا أنفسنا لاتزامنيون ، وأن لدينا فى عقولنا معرفة عن استحالة جعل الساعات البعيدة متزامنة ، بل إنه يصف هذه المعرفة مثل «كانت» على أنها قبلية – فهى « معرفة لدينا عن الكون الفيزيائى سابقة على مشاهدته الفعلية » ، ومثل ديكارت يزعم أن لها درجة من

اليقين أعلى مما يمكن اكتسابه من خلال التجربة - « التعميمات التى يمكن التوصل إليها من خلال نظرية المعرفة epistemologically يمكن الركون إليها على عكس التعميمات التى توصلنا إليها تجريبيًّا ، وهذه المعرفة القبلية أو الإبيستمولوجية ، لا تقتصر على عدم التزامن ، فما هو إلاّ مثل هين ، إن أدينجتون يماثل «كانت» فى إيمانه بأن «كل قوانين الطبيعة التى تصنف عادة على أنها أساسية ، يمكن التنبؤ بها كلية من خلال اعتبارات أبيستمولوجية » ، بل إنه « ليس فقط قوانين الطبيعة بل أيضاً ثوابت الطبيعة يمكن استنتاجها من خلال اعتبارات أبيستمولوجية ، حتى أننا يمكن أن نمتلك عنها معرفة قبلية » ، ونتيجة ذلك أن « العقل الذى لم يألف كوننا ، والذى اعتاد على نظام التفكير الذى يفسر به العقل الإنسانى لنفسه محتوى خبرته الحسية ، لابد أنه قادر على اكتساب كل المعرفة عن الفيزياء التى اكتسبناها من خلال التجربة وهو لن يستنتج الأحداث والموضوعات الخاصة بتجاربنا ، ولكنه يستنتج التعميمات التى أسسناها عليها » .

وهكذا يرى أدينجتون أن هذا النوع الأساسى من المعرفة ينتج من تركيب عقولنا ، التى أصبحت مؤهلة من جديد لكى نعتبرها مانحة القوانين للطبيعة بالمعنى الكانتى ، وعلى هذا فلا داعى أبدًا لبناء المعامل إلا لدراسة التفاصيل ، وربما كان من الأفضل أن نفتش فى عقولنا ، حيث توجد نتائج كل التجارب الأساسية فى الفيزياء ، ومعها قيم الثوابت الأساسية فى الفيزياء ، ثم يذكرنا أدينجتون بأن : «كل ما يفسر أبيستمولوجيًّا يكون لنفس السبب ذاتياً ، ولا مجال لاعتباره جزءًا من العالم الموضوعى » فالفيزياء الأساسية تحدثنا عن عقولنا الذاتية ولكنها لا تتحدث عن العالم الخارجى ؛ ويضرب أدينجتون مثالاً لذلك فيقول : « عندما بلغ العلم أقصى درجات التقدم ، لم يسترجع العقل من

الطبيعة إلا ما وضعه العقل فى الطبيعة ، لقد اكتشفنا آثار أقدام غريبة على شاطئ المجهول ، فوضعنا النظريات العويصة الواحدة تلو الأخرى لتفسير منشئها ، وفى النهاية نجحنا فى معرفة المخلوق الذى صنع آثار الأقدام وياللعجب إنها آثارنا نحن » .

إن زعم أديجتزن بأن القوانين الأساسية للفيزياء يمكن التنبؤ بها أبيستمولوجيا ، ربما كان أكثر إقناعًا لو أنه برهن بنفسه حتى على أبسط القوانين أبيستمولوجيا ، أى لو أمكنه أن يبين أن هناك عدم اتساق منطقى فى الاعتقاد بأن القوانين تختلف عما هى عليه ، وهذا ما لم يفعله أبداً .

ويبدو أنه من غير المحتمل أن يفعل ذلك على الإطلاق ، لأن الحديث عن البرهنة على أى حقيقة علمية أبيستمولوجيًّا يتصمن تناقضًا فى المصطلحات ، فالأبيستمولوجيا لديها فى جعبتها سلاح واحد هو المنطق الخالص ، وقبل أن يطبق على أى حقيقة علمية لابد من تحديد الموضوعات العلمية التى تنص عليها الحقيقة ، ولا يمكننا هذا إلاّ بالرجوع إلى معرفة سبق أن اكتسبناها بالتجربة ، وبهذا فنحن نتجاوز حدود مملكة المعرفة القبلية ، ونكف عن اعتبار المناقشة أبيستمولوجية خالصة .

ولنشرح ذلك بمثال ملموس ، فإن أدينجتون يعتقد أنه فى الإمكان أن نبرهن أبيستمولوجيا على أن كتلة البروتون أكبر من الألكترون ١٨٤٧ مرة ، ولكن عليه أن يحرص فى الوقت نفسه على تجنب إثبات أن كتلة التفاحة أكبر من البرتقالة ١٨٤٧ مرة ، والا فسنشك فى الحجج التى يسوقها ، ويمكنه أن يتجاوز هذا المطب بتعريف الألكترونات والبروتونات بطريقة توضح أنها ليست تفاحاً وبرتقالاً ، ولكنه يهمل ذلك ، والنتيجة أنه مادام برهانه على النسبة ١٨٤٧— يعتمد على الأبيستمولوجيا ، فسوف ينطبق أيضًا على التفاح والبرتقال .

قد يجد أدينجتون ما يبرر له تسليمه بأننا نعرف ما يعنيه بالألكترونات والبروتونات ، ولكن ماذا لو زارنا مخلوق ذكي من كون آخر ؟ إنه سيكون مثل المستمع الذى قال إن المحاضر قد شرح جيدًا كيف اكتشف الفلكيون أحجام ودرجات حرارة وكتل النجوم ، ولكنه نسى أن يشرح كيف اكتشفوا أسماءها ، وهو لن يعرف الفرق بين التفاحة والألكترون حتى ندله عليه ، ولكى ندله عليه ، يجب أن نجعله معتادًا على قدر كبير من المعرفة المعملية ، وعندها سيكون على الأبيستمولوجيا (نظرية المعرفة) أن تتنحى ، وإذا كان الزائر معتادًا على نظامنا الفكرى ، فهل يشمل هذا النظام معرفتنا بأن العالم يتكون من جسيمات أساسية متشابهة من نوعين فقط ؟ إن هذه الفرضية العلمية المستبعد تمامًا أن تعتبرها متأصلة فى أدواتنا الذهنية ، لم تدخل العلم إلا منذ بضع سنوات ماضية ، وبالصدفة غادرته على عجل بعد بضع سنوات .

من الضرورى أن نقيم جسرًا يصل بين تجريدات الأبيستمولوجيا (نظرية المعرفة) ووقائع الظواهر التى نشاهدها ، فبدون ذلك تبقى الأبيستمولوجيا معلقة فى الهواء لا تستطيع أن تعرف عن أى شيء تتحدث ، لقد قام « كانت » بهذا عندما أدخل معرفته « القبلية التركيبية » ، ويقوم أدينجتون بنفس المهمة عندما يتخلى عن زعمه بأن معرفته القبلية تعتبر « معرفة نملكها عن الكون الفيزيائى وسابقة على مشاهدتنا الفعلية له » فهو بدلا من ذلك يقول : « فى إجابتنا على التساؤل حول إمكان اعتبارها مستقلة تمامًا عن الخبرة القائمة على المشاهدة ، يجب فيما أعتقد أن نقول : لا » ولكن هذا الإقرار - يضعف موقفه جدًا ، فقوانينه الطبيعية لم تعد تنبئنا بما يقوم « بأكمله على اعتبارات أبيستمولوجية » - بل يقوم فقط على خليط من تلك الاعتبارات ومن المشاهدة وبنسب لا نعرفها ولا يمكن أن نعرفها ، وهذا معناه ببساطة المشاهدة بالاشتراك مع الاستنتاج

السليم ، ومن المؤكد أن هذه هى الخطوات المألوفة لكل العلوم ، وقوانين أدينجتون التى لم يعد التوصل إليها قائماً على الأبيستمولوجيا الخالصة ، عليها أن تتخلى عن ادعائها بالذاتية الخالصة وادعائها أيضاً « بثقة لا تتوفر فى تلك القوانين التى لا يتوصل إليها إلا بالتجربة » ، أنها تصبح قوانين علمية عادية ، تكتسب بالطريقة العلمية المعتادة ، والسؤال الوحيد هو هل الرياضيات صحيحة أو خاطئة ؟

هناك حالة بسيطة تسهل لنا اختبار ذلك هى السرعة النهائية للضوء ، لقد أدخلنا فلسفة أدينجتون مثلما أدخلها هو نفسه بأن أخذنا فى الاعتبار استحالة تزامن الساعات البعيدة ، والسبب فى استحالة مثل ذلك التزامن هو أن الضوء لا ينتقل من مكان لآخر فى نفس الوقت ، والذين يؤمنون بإمكانية أن نثبت كل القوانين الأساسية فى الطبيعة من خلال اعتبارات أبيستمولوجية عليهم أن يجدوا ما يثبتوا به من خلال هذا الأسلوب أن سرعة الضوء نهائية – أى أن عليهم أن يتمكنوا من الإشارة إلى عدم الاتساق المنطقى الذى تتضمنه فكرة انتقال الضوء بسرعة لا نهائية ، ولكن أدينجتون ببساطة يطرح السؤال جانباً عندما يقول إنه من السخف أن نفكر فى سرعة الضوء على أنها لا نهائية مثلما يكون من السخف أن نفكر فيها على أنها سداسية أو زرقاء أو ديكتاتورية .

مادمنا ننظر إلى المسألة من وجهة النظر الأبيستمولوجية متناسين كل ما علمتنا إياه الخبرة عن المكان والزمان والانتشار فمن الصعب أن نجد أى سخف فى فكرة الانتشار فى نفس الوقت ، لقد كتب الأستاذ أ . وولف A. Wolf يقول إنه :

« حتى القرن السابع عشر ظلت سرعة الضوء تعتبر لا نهائية ، ويبدو أن كبلر وربما ديكارت أيضًا تمسكا بهذا الرأى ، فقد اعتقد ديكارت أن الضوء ليس مادة متحركة ولا حركة على الإطلاق بل ميلا للحركة أو دفعًا يبذله الجسم

المضىء : وافترض أن الدفع وهو ليس جسميًا ، لا يحتاج إلى زمن لانتشاره » وبنفس الطريقة مازال غالبية الناس يفكرون فى دفع قضيب الحديد كمثال على الانتشار الذى لا يستغرق وقتاً . وسلم نيوتن ومعاصروه بأن الجاذبية لا تستغرق وقتًا فى انتشارها ، واستغرق الأمر قرناً تالياً حتى بدأ لابلاس يأخذ فى اعتباره البديل الآخر وهو السرعة النهائية لانتشار الضوء – لا لأنه بدا فى نظره أمراً محتملاً بالفطرة ، بل لأنه أراد أن يطرق كل سبيل يمكن أن يحل له غموض تعاجل القمر ، وعندما أخرج رويمر أول دليل يقوم على المشاهدة (ص ٩١) عن السرعة النهائية للضوء ، رحبوا به على أنه اكتشاف جديد مثير لا على أنه تأكيد لأمر كان معروفاً بطبيعة الأمور ، بل الحقيقة أن عددًا من معاصرى رويمر ممن استمروا يؤمنون بالسرعة اللانهائية للضوء ظلوا يرفضون هذا الدليل لفترة من الوقت .

يبدو أن كل هذا يوضح أنه لا شىء سخيف من الناحية الأبيستمولوجية فى فكرة وجود سرعة لا نهائية للانتشار .

وحتى إذا أمكن تقبل أن لدينا معرفة « قبلية » عن أن الضوء لا ينتقل إلاَّ بسرعة نهائية ، فما زال أمامنا الكثير نحو المسلمات الأساسية لنظرية النسبية التى يزعم أدينجتون أنها أيضًا معرفة « قبلية » فمنذ ستين سنة كان علماء الفيزياء يجمعون على تصور أن الفضاء مملوء بأثير تنقل الموجات خلاله بسرعة نهائية تقدر بـ ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية ، وكان هذا يقوم كنظام متسق بذاته ، فهو ذو معنى ، يفسر كل الظواهر المعروفة فى ذلك الوقت بحيث إنه وفقاً للاعتبارات الأبيستمولوجية ، فقد كان مرغوباً فيه كتفسير ممكن للظواهر .

واضطروا لتركه لمجرد أن التجربة حكمت لغير صالحه ، ولو أن نتائج هذه التجارب أتت على نحو مخالف ومن السهل أن نتخيل ذلك ، فلعل هذا النظام

كان سيبق ، وهذا فى حد ذاته يقدم برهاناً كافيًا على أن القضايا الأبيستمولوجية لا تكرهنا بمفردها على ترك هذا النظام ، ومن ثم لا يمكن لأيها أن يرغمنا على تقبل النظام المعاكس ، أى نظرية النسبية ، فإذا كان هذا النظام الأخير مجرد تعميم لنتائج عدد كبير من التجارب ، فهناك من حيث المبدأ إمكانية – وإن كانت قليلة الاحتمال ، لاكتشاف تجارب أخرى تجبرنا على تركه .

وجهة نظر بديلة :

هناك أسلوب بديل لتناول الموضوع قد يبدو أقرب للصدق مع الحقائق .

فى استعارتنا أحد التشبيهات من بوانكاريه قارنا فيما سبق تركيب أحد العلوم ببناء منزل ، فأحجارنا مجموعة من حقائق المشاهدة ، ولمجرد أن الطبيعة منطقية ، نجد أن هذه الحقائق يمكن أن تشكل ما يزيد على مجرد كومة عديمة الشكل ، أنها تبدو منتظمة بالتأكيد ، ومن ثم يمكن تنسيقها بحيث تصنع منزلاً له ملامح مميزة مؤكدة .

سيكون فى استطاعتنا وصف هذه الملامح المميزة فى اصطلاحات مبسطة تحرك استجابة جاهزة فى عقولنا ، اصطلاحات لأفكار موجودة بالفعل فى عقولنا ومألوفة لها ، فهى مألوفة لا لأننا اعتدنا على القوانين العامة للفيزياء ، بل لأننا معتادون على أمثلة منها خاصة ومحدودة ، وحياتنا اليومية تتألف من مثل هذه الأمثلة ، فقد نقول مثلا إن المنزل لا تظهر فيه زينة غير ضرورية نصل أوكام Occam's Razor[٤] أو تشققات (قوانين بقاء المادة والطاقة) ، وفكرتنا عن الزينة أو التشققات ليست كامنة فى عقولنا بل اكتسبناها بالخبرة من بعض جوانب العالم الصغيرة والخاصة جدًا .

والآن فلنعتبر أن تصميم هذا المنزل هو نسق الأحداث الذى تهدف الفيزياء

إلى اكتشافه ، يجد الفيزيائى بعد الجهد والعرق فى معمله أن هذا النسق تظهر له ملامح مشابهة للملامح التى نسبناها إلى منزلنا ، ولا شك أن جانبًا كبيرًا (أو كل) الحقائق الأساسية للفيزياء يمكن ، « بمجرد أن تكتشف بالتجربة » ، أن توجز فى عبارات عامة تبدو فى غاية البساطة والقابلية للفهم لأننا معتادون على أمثلة مفصلة لها ، وهذه يمكن غالباً (أو عادة) أن يعبر عنها بالشكل الذى يدعوه ا . ت ويتاكر E.T.Whittaker مسلمات العجز Postulates of Impotence وهذه تؤكد على استحالة إنجاز شىء حتى إذا كان يوجد عدد لا نهائى من الطرق التى نحاول بها إنجازه » ، فمثلا من المستحيل أن نحصل على شغل ميكانيكى من مادة درجة حرارتها أقل من الأشياء المحيطة بها ، وكذلك من المستحيل تمامًا أن نقيس سرعة مطلقة فى المكان ، وهاتان المسلمتان من مسلمات العجز تحتويان عمليًا على كل مضمون الديناميكا الحرارية والنظرية الفيزيائية للنسبية .

ومن ثم فالأمر كما لاحظ ويتاكر أنه « بينما يجب أن تستمر الفيزياء فى مقدمتها ببناء التجارب ، يبدو من الممكن عرض أى فرع منها بلغ درجة عالية من التقدم على أنه مجموعة من الاستنتاجات المنطقية التى نستنتجها من مسلمات العجز ، مثلما حدث فعلاً للديناميكا الحرارية ، ولهذا قد نتطلع اعتمادًا على الحدس إلى وقت فى المستقبل يمكننا فيه إذا رغبنا أن نكتب رسالة فى أى فرع من الفيزياء بنفس أسلوب « مبادئ الهندسة » لاقليدس Elements of Geometry مبتدئين ببعض المبادئ «القبلية» وبالذات مسلمات العجز ، ومنها نشتق كل شىء آخر اعتمادًا على الاستنتاج القياسى » .

هذه المبادئ طبعاً لن تعتبر « قبلية » بالمعنى الذى قصده كانت « بالسبق على المشاهدة » ، فهى من عدة نواح تعتبر « بعدية » ، لأنها الخلاصة المركزة جدًا

لعدد هائل من المشاهدات ، ولكننا نستطيع أن نتخيل أحد العلماء يفكر فى بساطتها إلى أن أصبحت فى نظره « لا مفر منها » ، ولعله يشرع فى اعتبارها قوانين للفكر ، أو لعلها تصبح فى نظره قوانين للفكر .

وهذا كما قد نخمن ما فعله أدينجتون ، لقد ألغت التجارب فى عالم الذرة الطبيعة الصادقة لمقولات الفكر التى افترضها « كانت » ، فقد أوضحت أن السببية والتمثل فى المكان – الزمان لا يسودان فى العالم الذرى ، ونفس الشيء يمكن أن يحدث فى أى وقت إذا أوضحت تجربة جديدة أن المبادئ « القبلية » التى افترضها أدينجتون هى مجرد رواسب ذهنية ترسبت من أثر خبرة فعلية عن العالم ، وإلى حد كبير أدى اكتشاف البوزيترونات إلى هذا بالفعل .

منهج العلم

يبدو أن مناقشتنا تعود لنا إلى الخاتمة القديمة وهى أنه إذا رغبنا فى اكتشاف الحقيقة عن الطبيعة – أى نسق الأحداث فى الكون الذى نسكنه – فالمنهج الوحيد السليم هو أن نخرج إلى العالم وأن نسأل الطبيعة مباشرة وهذا هو المنهج الراسخ الذى جربه العلم فلا جدوى من مساءلة عقولنا الذاتية ، فكما أن مساءلة الطبيعة تدلنا على حقائق عن الطبيعة وحدها ، فإن مساءلة عقولنا ستخبرنا بحقائق عن عقولنا وحدها .

والاعتراف العام بهذا قد اقترب بالفلسفة كثيرًا من العلم ، وهذا الاقتراب اقترن بتغير فى النظرة إلى الأهداف السليمة للفلسفة ، لقد تابع فلاسفة العصور القديمة دراساتهم على أمل اكتشاف مصباح ينير طريقهم فى رحلتهم خلال هذه الحياة ، أما فلاسفة القرنين السابع عشر والثامن عشر فتابعوا دراساتهم فى

تصميم ثابت على إيجاد دليل على أن هذه المرحلة تنتهى فى حياة مقبلة ، هذه المسحة الإنسانية استغرقت وقتاً طويلاً لكى تختفى ، ومع ذلك قاربت على ذلك فى السنوات الأخيرة فقط ، لقد أصبحت الفلسفة أقل اهتمامًا بأنفسنا وأكثر اهتمامًا بالكون من خارجنا ، ومن المتفق عليه الآن فى كلمات برتراند راسل أن : « الإنسان فى حد ذاته ليس الموضوع الحقيقى للفلسفة ، فما يهم الفلسفة هو الكون ككل ، والإنسان يتطلب الاهتمام فقط لأنه الأداة التى نكتسب من خلالها معرفة عن الكون . . ونحن لا نكون فى المزاج المناسب للفلسفة مادام اهتمامنا ينصب على العالم من حيث يؤثر على البشر ، إن الروح الفلسفية تتطلب اهتمامًا بالعالم من أجل ذاته » .

ويبدو فى هذا ما يفترض أن على الفلسفة أن تمتلك نفس مناهج وأهداف العلم وأيضًا بصورة عامة نفس مجال عمل العلم ، ومع ذلك فمازال التمييز الذى ذكرناه فى بداية الفصل الحالى صحيحاً ، فالعلم يستعين بالمشاهدة والتجربة ، والفلسفة تستعين بالمناقشة والتأمل ، ومازال على العلم أن يحاول اكتشاف نسق الأحداث وعلى الفلسفة أن تحاول تفسيره بعد اكتشافه .

الفصل الثالث

صوت العلم وصوت الفلسفة
من أفلاطون إلى العصر الحديث

رأينا كيف أن معرفة العالم الخارجي لا يمكن أن تأتى إلا من خلال المشاهدة والتجربة ، وهما يخبراننا أن العالم يخضع للمنطق ، فأحداثه تتابع وفقاً لقوانين محددة ، وعلى هذا فهى تكون نسقاً منظماً ، وهدف الفلسفة الأساسى هو اكتشاف هذا النسق ، كما رأينا أنه لايمكن أن نصفه إلاّ فى لغة رياضية .

رأينا كذلك أن الفيزياء لا يمكن أن تمنح الرموز الرياضية لهذا الوصف معانيها الفيزيائية الحقيقية ، وإن كان من الجائز أن تدخل الفيزياء مع الفلسفة فى مناقشة مشتركة حول المعانى المحتملة لتلك الرموز ، وحول أكثر التفسيرات ملاءمة لنسق الأحداث ، ولكنّ هناك أموراً كثيرة تعوق هذه المناقشة ، وفى هذا الفصل سنحاول أن ننقب عن بعضها وأن نزيلها بغرض التمهيد للمناقشات التالية .

اختلافات فى اللغة

فى مقدمة هذه العوائق وجود اختلافات فى اللغة والمصطلحات فحتى إذا

كان العلم والفلسفة لايتكلمان بلغتين مختلفتين تمام الاختلاف ، فإنهما فى الغالب يستخدمان مصطلحات مختلفة .

انقضى أكثر من ثلاثمائة عام منذ أن كتب فرنسيس بيكون Francis Bacon عن الأوهام Idols التى تربك عقول الناس عندما يحاولون اكتشاف الحقيقة ، وأكثر هذه الأوهام إرباكا فى رأيه هى أوهام السوق ، فهو المكان الذى يلتقى فيه الناس لتبادل الأحاديث ، والسبب فى ذلك أن الكلمات لاتكون ملائمة للتعبير عن الفكر الدقيق أو العلمى ، والاختلافات الواضحة فى وجهات النظر تنتج عن التعريف الناقص للمصطلحات التى تستخدم فى المناقشة .

فى خلال تلك الفترة التى انقضت ، أنشأ العلم لغة خاصة به ، قد يحلو لبعضهم أن يسميها رطانة ، وبرغم أنها قد تكون أحياناً بعيدة عن الجمال ، إلاّ أن مميزاتها تجعلها أجدر بالصحة ، وعلى العموم فمصطلحاتها محددة واضحة بعيدة عن الإبهام بحيث تحمل كل كلمة نفس المعنى لكل العلماء ، وهذا المعنى مضبوط بدقة ، فإذا قرأ أحد الفيزيائيين جملة لنيوتن أو أينشتين فربما يفهم معنى الجملة أولا يفهمه ، ولكنه لن يشك فى معانى الكلمات .

ومع تقدم العلم ، فإن الإضافات الجديدة للمعرفة تلحق بمصطلحاته ، والنتيجة أنه يكتسب على الدوام ثراء ودقة ، والحقائق الجديدة يلزمها مجموعة من الألفاظ الجديدة ، وحتى الألفاظ القديمة تحتاج إلى تعديل فى استخدامها عندما نكتسب معرفة جديدة عن الحقائق القديمة ، فمثلاً دفعتنا المعرفة الجديدة التى أدخلتها نظرية النسبية إلى تعديل استخدامنا لألفاظ مثل الحركة motion والسرعة Velocity والتزامن simultaneity وفترة من الزمن interval of time وهكذا .

وليس هناك مايوازى هذا فى الفلسفة ، فهى مازالت بدون اصطلاحات دقيقة متفق عليها ، وهناك عدد هائل من الألفاظ الشائعة ، وحتى المصطلحات المتخصصة كثيراً ماتستخدم فى كثير من المعانى المختلفة ، وبواسطة الكاتب نفسه ، وإذا استعملت الفلسفة إحدى الكلمات بمعنى دقيق مميز ، فهذا المعنى غالباً يختلف عن معناها لدى العلم .

هذا لايشكل فقط عائقاً خطيراً لحوار العلم والفلسفة ، ولكنه قد يجعل الموضوع تائهاً فى مشاكل فلسفية خالصة وليس من المبالغة أن نقول إن نسبة كبيرة من مشكلات وألغاز الفلسفة فى الماضى تدين بوجودها نفسه إلى عيوب اللغة ، وعندما يترجم كثير من المشكلات القديمة إلى لغة ومصطلحات العلم تبدو مختلفة تماماً ، بل قد تتسبب عملية الترجمة فى إلغاء بعضها .

يبدو أن هناك ثلاثة أسباب رئيسية للاختلاف فى اللغة والاستخدام ، ومن المستحسن أن نبدأ بذكرها ، ثم نتناولها بالتفصيل مع الأمثلة بعد ذلك .

١ - يبدو أن الفلسفة لاتملك مصطلحات متفقاً عليها أو دقيقة ، لأنه ليس هناك هيكل من المعرفة الأساسية يتفق عليه ، لكى يحتاج فى وصفه إلى مصطلحات دقيقة .

٢ - تختلف لغة الفلسفة كثيراً عن لغة العلم لأن الفلسفة تميل إلى استخدام الكلمات فى معان ذاتية على حين يميل العلم إلى المعانى الموضوعية .

٣ - بالإضافة إلى ذلك تختلف لغة الفلسفة عن لغة العلم ، لأن الفلسفة تميل إلى التفكير بلغة الحقائق كما تتكشف لحواسنا البدائية ، فى حين يفكر العلم فيها كما تتكشف للأجهزة الدقيقة .

وفى بداية تناولنا للسبب الأول ، نلاحظ أن العلم نفسه لايملك مصطلحات دقيقة متفقاً عليها ، ولهذا فليس لديه القدرة على الوصف الدقيق المتفق عليه ،

وقد سبق أن تعرضنا لمثال من ذلك فى (ص ٤٢) حيث رأينا كلمة حركة motion تستخدم بمعنى مبهم جداً ، فمنذ ثلاثة قرون كان هناك تداخل شائع بين المقاييس المتميزة الثلاثة التى توصف حاليًا بالسرعة velocity وكمية الحركة momentum والطاقة energy ونفس الكلمة « حركة » كانت غالباً تستعمل للدلالة على الثلاثة ، وهو نفس مايحدث حاليًا فى فروع العلم التى مازالت حقائقها الرئيسية موضع بحث ومناقشة ، فمثلاً لاحظ أدينجتون أن « مصطلحات نظرية الكم حاليًا فى حالة من الفوضى الشاملة بحيث يكون أقرب للمستحيل أن نصنع منها تعبيرات واضحة » .

وظلت غالبية المصطلحات الفلسفية على حالة مشابهة لذلك ، وقد يحتج على ذلك بأنه لامفر من اللبس سواء فى الحاضر أو المستقبل ، مالم يتمكن الفلاسفة من الاتفاق على حقائقهم الأساسية ، ولكن كان هناك من يرى عكس ذلك ، فعلى مدى خمسين عاماً ظل ليبنتز يسعى لتأسيس لغة فنية دقيقة ، ووضع أساس حسابى للفلسفة ، كان يأمل فى التوصل إلى اختزال كل الأفكار الأساسية للتفكير المنطقى إلى عدد محدود جداً من العناصر الأولية أو « الأفكار الجذرية » "Root-notions" بحيث يمكن تمثيل أى منها برمز عالمى أو رمز مشابه لرموز الجبر ، فإذا تحقق له ذلك ، فسوف يتمكن من وضع حساب لعمليات هذه الرموز ، واعتبر ليبنتز أن حساباً من هذا النوع سيحسم الخلاف بين الفلاسفة ، بنفس السهولة التى يسوى بها الحساب فى التجارة الخلاف بين المحاسبين ، فإذا نشب خلاف بين اثنين فما عليهما إلا أن يقولا : « فلنرجع إلى هذا الحساب » ولكن محاولات ليبنتز باءت بالفشل ، وقريباً أجريت محاولات مشابهة فى نطاق مجالات محدودة من الفكر ، والنتيجة النهائية أن الفلسفة مازالت تجاهد للتعبير عن نفسها مستخدمة ألفاظ اللغة الدارجة غير

الملائمة ، ومازالت عبارة أناتول فرانس Anatole France صحيحة فهو القائل : « إن الميتافيزيقى ليس لديه لكى يقيم نظاماً للعالم سوى الصيحة المحسنة للقردة والكلاب » .

"Un metaphysicien n'a, pour constituer le système du monde, que le cri perfectionnè des singes et des chiens".

ولكن المشكلات الرئيسية للفلسفة فى معظمها شاقة للغاية ، والكثير منها يرهق العقل الإنسانى إلى أقصى الحدود ، بل إنها حيرت أذكى عقول جنسنا البشرى على مدى آلاف السنين ، ومع ذلك فليس من المبالغة أن نقول إنها لم تصل إلى حل حتى الآن ، وعندما نتناول هذه المشكلات ، علينا أن نتعامل مع الظلال الرقيقة للمعانى ، وأن نتوغل فى ميادين الفكر البعيدة عن حياتنا اليومية ، وفى هذا نحتاج إلى أداة دقيقة ومرنة ومصقولة إلى درجة الكمال ، على حين أن اللغة الدارجة ليست لها هذه الصفات ، فهى ليست أداة مصقولة بل هى أقرب إلى عدة بدائية تصلح للأغراض العملية ، طورها الإنسان العادى ومن قبله الهمجى غير المفكر من خلال علاقاته البدائية بالعالم ، لكى يعبر عن الأفكار الناشئة عن تلك العلاقات ، وسوف تكون بالتأكيد مصادفة مدهشة أن تلائم هذه العدة البدائية مناقشة مجردة لايربطها إلا القليل بعالم الخبرات اليومية ، فهذا شبيه بأن يجرى أحد الجراحين عملية دقيقة معقدة مستخدماً عدد النجار كالمطرقة والأزميل .

إن عدم ملاءمة اللغة الدارجة للتعبير عن دقائق الفكر الفلسفى تمثله بوضوح القضية الشهيرة لديكارت : أنا أفكر إذن فأنا موجود Cogito ergo sum اعتقد ديكارت فى صدق هذه القضية فوق كل الشكوك ، فافترض أن الفلسفة بأكملها مؤسسة عليها ، وأتى جيل حديث من الفلاسفة ليبين عدم سلامة

القضية ، وأقاموا انتقادهم أساساً على طريقة استخدام ديكارت للغة الدارجة ، لأن هذا يدفع بالقضية إلى الوقوع فى إحدى المقولات الواضحة تماماً ، أفكر ، تفكر ، يفكر Cogito, cogitas, Cogitat أو جموعها ، فاللغة الدارجة لايمكن أن تعبر عنها ، وأى شىء كالتلباثى telepathy أو مايشبهه لايجوز وضعه فى الاعتبار ، لا لأنه غير موجود ، ولكن لأن اللغة الدارجة ببساطة لاتستطيع التعبير عنه وإلا جعلنا التفكير فى حد ذاته امتيازاً خاصاً لبعض الشخصيات المنعزلة ، ومع ذلك فالشخصيات المنعزلة نفسها تتغير مع كل تجربة ، فأنا الذى فكرت ، أختلف عن أنا الآخر الذى كان موجوداً قبل أن تأتى الفكرة إلى ، ونعود فنقول من جديد إن تصريفات اللغة مثل : أكون ، كان ، سأكون لاتصلح إطلاقا للتعبير عن تدرجات التغيير اللانهائية .

يرى برتراند راسل Bertrand Russel أن النحو واللغة الدارجة دليلان سيئان للميتافيزيقا ويمكن أن يؤلف كتاب ضخمٌ ليبين التأثير السيئ للاعراب على الفلسفة ، ويضرب مثالاً لذلك بديكارت الذى « فكر أنه لا يمكن أن توجد حركة بدون أن يتحرك شيء ، أو تفكير بدون أن يفكر أحد ، ولاشك أن غالبية الناس مازالوا يتبعون هذا الرأى ، ولكن الحقيقة أنه نشأ من فكرة – فى العادة بدون وعى – وهى أن مقولات النحو هى أيضاً مقولات الحقيقة » . وهناك مثال أحدث لذلك الاعتقاد الخاطئ فى فيزياء القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ، فعندما تبينوا أن الضوء له طبيعة تماوجية ، جادل الفيزيائيون بأنه إذا وجدت تموجات ، فلا بد من شىء يتموج ، لأنه لايوجد فعل بدون فاعل ، وعلى هذا الأساس أقروا بوجود الأثير حامل الضوء فى الفكر العلمى ، على أنه« فاعل لفعل يتماوج » مما ضلل الفيزياء لمدة تزيد على القرن(٥) .

وحتى إذا استخدم كل الكتاب من الفلاسفة إحدى الكلمات بمعنى محدد ،

فإن هذا الاستخدام يختلف غالباً عن استخدام العلم ، وهذا مايأتى بنا إلى السبب الثانى للاختلاف بين العلم والفلسفة ، فحتى وقت قريب كان العلم يسلم بوجود عالم موضوعى مستقل وبعيد عن عقولنا ، وصممت مصطلحات العلم لكى تصف هذا العالم الموضوعى ، أما الفلسفة فلم تسلم أبداً بوجود مثل هذا العالم ، برغم أن بعض الفلاسفة قد تناولوه بالمناقشة بل تبينت الفلسفة أن اهتمامها الرئيسى لابد أن ينصب على الإحساسات والأفكار التى تتكون فى العقول ، والتى تفترض لنا أن مثل هذا العالم موجود ، وعلى هذا نرى أن العلم يميل لاستخدام الكلمات بمعنى موضوعى ، وأن الفلسفة تميل لاستخدامها بمعنى ذاتى ، وكمثال لهذا الاختلاف فى الاستعمال فلنناقش الفعل « يرى » والصفة « أحمر » .

يستخدم العالم كلمة « يرى » استخداماً محدداً ، فعندما يقول إنه يرى الشعرى اليمانية ، فهو يعنى أنه يؤمن بوجود الشعرى اليمانية خارج عقله ، وأن إشعاعات ضوئية صدرت من الشعرى اليمانية فشكلت صورة لها على شبكية عينه ، ومن خلالها وصل التأثير إلى مخه ، أما إذا قال رجل مخمور إنه يرى ثعابين بنفسجية ، فسوف يعترض رجل العلم على ذلك بأنه لايستطيع أن يرى ثعابين بنفسجية لا لأنها غير موجودة ، بل لأن جوهر الرؤية بالنسبة للعالم هو مرور شعاعات ضوئية من الشيء المرئى إلى شبكية عين الشخص الذى يرى .

ويعترض كثير من الفلاسفة على هذا ، ففى رأيهم أنى عندما أقول : « إنى أرى الشعرى اليمانية » ، ففى هذا ادعاء برؤية شيء ربما لم يعد موجوداً ، فلعله اختفى فى أثناء السنوات الثمانى التى انقضت منذ أن ترك الضوء الشعرى اليمانية ، ويعتبر برتراندراسل الخطأ فى أن أقول إنى أرى نجماً عندما أرى الضوء الصادر منه مماثلاً للخطأ فى القول بأنى أرى نيوزيلندا عندما أرى رجلاً نيوزيلندياً فى

لندن ، وهو يتعرض لقصة عالم الفسيولوجيا الذى يفحص مخ مريضه بالأسلوب نفسه ، فهو دائماً يكرر أن معظم الناس يعتقدون أن مايراه عالم الفسيولوجيا موجود فى مخ مريضه ، أما الفيلسوف فسوف يؤكد أن عالم الفسيولوجيا يرى ماهو موجود فى مخ عالم الفسيولوجيا نفسه ، ومن هذه الوجهة يكون فى استطاعة المخمور أن يرى ثعابين بنفسجية فى حجرة نومه ، أما الرجل الرزين غير الثمل فلا يمكنه أن يرى ثعابين خضراء وسط الحشائش لأنها قد تكون اختفت من الوجود على حين كان الضوء الصادر منها ينتقل إلى عينيه ، وباختصار فالفلاسفة فى رأيهم أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة بداخل رءوسنا على حين أن العلماء يتبعون الاستخدام الشائع للغة معتبرين أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة خارج رءوسنا .

وتستخدم الصفة « أحمر » فى العلم لوصف الضوء الذى يمتلك صفات موضوعية محددة ، وهذه يمكن تحديدها بمعرفة عدد الموجات الكاملة فى البوصة أو عدد الذبذبات الكاملة فى الثانية ، والتعريفان متساويان تماماً ، وعندما يسقط مثل هذا الضوء على عين بشرية عادية ، ينتج مانصفه بأنه إحساس بالاحمرار .

والكيفية التى يحدث بها هذا الإحساس غير مفهومة تماماً ، ولكنها فى الغالب تحدث كالآتى : يتركب العصب البصرى للعين البشرية من حزمة من الألياف العصبية التى تنتهى فى الشبكية على هيئة مجموعة من العصى والمخروطات ، وعندما يسقط الضوء على هذه النهايات العصبية تحدث فيها تغيرات كيميائية ، تبعث بأنشطة كهربية معينة عبر الألياف العصبية إلى المخ ، وهى التى تولد الإحساس بالضوء أو اللون فى العقل ، فأما العصى فينبهها الضوء من أى لون حتى لوكان خافتاً للغاية ، ويمكننا من خلالها أن نرى فى الليل أو

الضوء الخافت ، ولكنها تنتج الإحساس بالضوء والظل فقط وليس باللون ، وأما المخروطات فإن تنبيهها ينتج إحساسات لونية محددة ، وعلى هذا فإن اختلال عمل العصى يجعلنا نعانى من العشى الليلى ، أما اختلال عمل المخروطات فيتسبب فى عمى الألوان .

وتتحكم فى اكتمال نمو المخروطات عوامل وراثية معينة ، من المعتقد أنها موجودة على كروموسوم خاص هو « الكروموسوم س » ، وتحتوى كل خلية من جسم الرجل على كروموسوم واحد منه ، على حين تحتوى كل خلية من جسم المرأة على اثنين ، وفى غرب أوربا يوجد رجل من كل أربعين يولد بنقص فى هذا العامل الوراثى ، وعلى هذا فهو يصاب بعمى الألوان إلى الأبد وبدون أمل فى شفائه أما المرأة فلاتصاب بعمى الألوان إلا إذا كان عاملاها الوراثيان ناقصين ، ولهذا فلا توجد إلا امرأة واحدة من بضع مئات تصاب بعمى الألوان .

وبخلاف الإنسان ، فمن المعتقد أن هناك عدداً قليلاً من الحيوانات الكبيرة التى ترى الألوان ، أما غالبيتها فترى العالم على أنه مجموعات متقابلة من النور والظلام – تقريباً كما نراه فى ضوء القمر ، والإحساس البشرى بالاحمرار هو الأصل فى مفهوم الاحمرار ككيفية أو صفة ، ولكنه لايهيئ إلا مقياساً غير دقيق للاحمرار ، أما المقياس الدقيق الصادق فلايتأتى إلا من خلال مجموعة من الأجهزة الجامدة كالمطياف ، والكاميرا ، واللوح الفوتوغرافى .

عندما يقول أحد العلماء إن زهرة أو سيارة أتوبيس حمراء ، فهو يعنى أن أى ضوء ينعكس منها يكون أحمر بالمعنى العلمى الذى اصطلحنا عليه من قبل ، فعندما يسقط ضوء الشمس الذى هو خليط من ألوان عديدة على زهرة حمراء ، فإن بتلات الزهرة لاتعكس إلا الجزء الأحمر من الضوء إلى عينى فأرى الزهرة بالضوء الأحمر ، فإن كان بصرى عادياً ، فإن هذا الضوء يحدث

إحساساً بالاحمرار فى عقلى ، فأقول إن الزهرة حمراء ، أما إذا كان عندى عمى للون الأحمر ، فسوف أرى الزهرة بضوء يعتبر أحمر بالمعنى العلمى للكلمة ، وإن كان عمى الألوان سيظهر الضوء بمظهر مختلف ، أو قد يجعل الضوء يصنع انطباعاً ضعيفاً جداً على شبكية عينى بحيث يظهر أحمر قاتماً بدلاً من الأحمر القانى .

ولكن عندما يقول الفيلسوف إن شيئاً مّا لونه أحمر ، فهو يعنى أنه يحدث إحساساً بالاحمرار فى عينيه أو عينى إنسان آخر ، ومثلما رأينا مع كلمة « يرى » التى تناولناها سابقاً ، فإن العالم يطبق الصفة « أحمر » على شىء موضوعى خارج رأسه ، هو أساسا الضوء ، على حين يطبقها الفيلسوف على شىء داخل رأسه ، هو أساساً إحساس لونىٌ ، وهكذا يمكّن لعمى الألوان أن يغير الألوان وفق المعنى الفلسفى لا المعنى العلمى .

اختلافات فى المصطلحات

بالإضافة إلى مثل تلك الصعوبات الخشنة والمتخلفة عن استخدام اللغة بمفردها ، فهناك صعوبات أخرى تنشأ من المصطلحات المختلفة التى يستخدمها كل من الفيلسوف والعالم ، فهما لا يعبران عن أفكارهما بلغتين مختلفتين فحسب ، بل إن أفكارهما نفسها تميل لأن تسلك مسارات مختلفة ، ويبدو أن هذا نشأ جزئيًّا من السبب الثالث والأخير للأسباب التى اقترحناها لاختلاف العلم والفلسفة ، فالفلاسفة مازالوا يفكرون بأسلوب يرجع إلى الأيام المبكرة لدراستهم ، إلى أزمنة لم تكن وقتها أدوات القياس دقيقة بدرجة تزيد على الحواس البشرية الخمس ، فما زالوا يصفون الأشياء بلغة التأثيرات التى تحدثها

على الحواس ، على حين يصفها العالم بلغة التأثيرات التى تحدثها فى أدواته الحساسة التى يقيس بها ، فالفيلسوف لايتكلم فحسب بل يفكر أيضاً بمصطلحات ذاتية ، على حين يتكلم العالم ويفكر بمصطلحات موضوعية .

كميات وكيفيات :

من النتائج البارزة لهذا الاختلاف أن الفيلسوف يفكر عادة بمصطلحات الكيفيات ، أما العالم فيفكر بمصطلحات الكميات ، فمحاضر الفلسفة قد يحاضر مستمعيه فى أن قالب السكر يملك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة ، فى الوقت الذى يشرح فيه زميله فى حجرة العلوم معاملات الصلابة ، وانعكاس الضوء وتركيز أيون الهيدروجين – وهى قياسات يتوقف عليها امتلاك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة ، وفى حين يناقش المحاضر فى الفلسفة الفرض القائل بأن الساخن والبارد ضدان بحيث لايكون الشىء ساخناً وبارداً فى آن واحد ، يتعرض المحاضر فى العلم لموضوع الحرارة ، بطريقة تعتمد على قياس التدرجات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا فى الحرارة ، والتى يصفها الفيلسوف عموماً بالسخونة والبرودة ، إن العالم يصل الفجوة بين السخونة والبرودة أما الفيلسوف فلا يعتقد فى إمكان تخطى هذه الفجوة .

يمكننا أن نوضح عواقب هذا الاختلاف من خلال قضية فلسفية بسيطة ، كانت لها أدوار طويلة جداً – وفى كل مرة ترتدى ثوباً مختلفاً على مدى ألفى عام من أفلاطون مروراً ببركلى Berkley إلى برادلى Bradley ، وهذه القضية تمضى كمايأتى :

نحن بداخل حجرة مريحة عندما يدخل رجل (ا) هرباً من عاصفة جليدية بالخارج ويقول « إن الجو دافئ هنا » ، ويدخل من بعده رجل آخر (ب)

خارجاً من حمام تركى ويقول « إن الجو باردٌ هنا » ، وتمضى المناقشة لتؤكد أن الحجرة لايمكن أن تكون دافئة وباردة فى الوقت نفسه ، فالسخونة والبرودة لايمكن أن تكونا صفتين حقيقيتين للحجرة ، ولكن يمكن فقط أن تكون فكرتين فى عقلى (ا) و (ب) ثم يدخل بعدهما رجلان آخران (حـ) و (د) أحدهما قادم من قصر والآخر من خيمة صغيرة فيلاحظان على التوالى أن الحجرة صغيرة وكبيرة ، ومن حيث لايمكن للحجرة نفسها أن تكون كبيرة وصغيرة فى آن واحد – كما تقول القضية – فالكبر والصغر يمكن فقط أن يوجدا فى عقلى (حـ) و (د) ، والحجرة فى حد ذاتها لايمكن أن تملك أى صفة من صفات الحجم ، وبالمضى فى ضرب أمثلة مشابهة فى هذه القضية ، يمكننا أن نجرد الحجرة من كل صفاتها واحدة بعد الأخرى ، فإذا كانت الحجرة لاتزيد عن مجموع صفاتها كما تقول هذه القضية الخاصة ، فإنها تنعدم تماماً فيما عدا أنها موجودة فى عقول (ا) و (ب) و (حـ) و (د) .

ولكن القضية تبدو مختلفة تماماً عندما تترجم إلى مصطلحات العلم ، فعندما يدخل (ا) سوف يقول : « (إن الجو هنا أدفأ من الخارج » ، على حين يقول (ب) : « إن الجو هنا أبرد من الحمام التركى » ، وسيكون على القضية أن تمضى فتقول إنه لايمكن لحجرة أن تكون أدفأ من عاصفة ثلجية وأبرد من حمام تركى فى آن واحد ، ونرى على الفور أن هذا الاستنتاج فاشل تماماً .

من المؤكد أنه لايمكننا التخلص من إحدى القضايا بمجرد أن نترجمها إلى مصطلحات أخرى ، مثلا لايمكننا أن نثبت بطلان قضايا إقليدس بترجمتها إلى الفرنسية ، ولابد أن يكون فى القضية ما هو أكثر من ذلك .

القضية فاشلة لأنها تهمل التمييز بين التقديرات الذاتية والقياسات الموضوعية للحرارة ، فعندما تقول إن الحجرة تعتبر ساخنة وباردة فى الوقت نفسه ، فإنها

تتعامل مع الحرارة والبرودة الذاتيين ، وهما كما تقول البرهنة ، يمكن فقط أن يكونا فكرتين فى عقلى (ا) و (ب) ، ولكن القضية تتأرجح فجأة وتبين لهما خطأهما بالرجوع إلى درجات الحرارة الموضوعية ، إن الحجرة الذاتية قد تكون مجموع صفاتها الذاتية ، والحجرة الموضوعية مجموع كيفياتها الموضوعية ، ولكن إلغاء كل الصفات الذاتية للحجرة لايلغي الحجرة الموضوعية ، وقبل أن يتقدم الفيلسوف بقضيته عليه أن يبين أنه لايوجد فارق بين درجات الحرارة الذاتية والموضوعية للحجرة ، وفى كل مرة يقدم على ذلك ، يؤكد له الترمومتر المعلق على اللوحة أنه على خطأ .

وربما كانت لعالم النفس كلمة فى هذا المجال ، لأنه يستطيع أن يخبرنا أن حواسنا لاتملك القدرة على قياس الحرارة والبرودة المطلقتين ، فنحن لانحكم على الشيء بأنه ساخن أو بارد ، بل بأنه « أسخن من » أو « أبرد من » شيء آخر ، إذ أننا نقارن فى العادة بدفء أجسامنا أو بآخر خبرة لنا بالسخونة والبرودة ، وعلى هذا تتحدث اللغة الدارجة عن الرخام على أنه بارد ، وعن البطاطين الصوفية التى لها نفس درجة الحرارة على أنها دافئة ، لأن لمس الرخام يجعل يدنا « أبرد » مما كانت ، ولفها فى بطانية يجعلها « أسخن » مما كانت ، والسبب فى هذا يرجع لأن الرخام موصل جيد للحرارة وأن الخامات الصوفية موصلة رديئة للحرارة ، ويعرف عالم النفس من تجاريه المعملية أن هذه الاعتبارات هامة ، على حين أن الفيلسوف صاحب العقلية القديمة لايعرف ذلك ، والعلم يعرف من ملاحظاته أن مصطلحاته الخاصة هى التى تصح عند التطبيق .

منذ زمن أرسطو ، والفلاسفة ميالون إلى اعتبار المادة على أنها شيء ملفوف فى عدد من الصفات ، مثلما تكون العلبة ملفوفة فى عدة طبقات من الورق ،

وكانوا يخمنون ماالذى يحدث ، إن تبقى شىء بعد أن تزال كل اللفائف .

تخيل جاليليو وديكارت ولوك وغيرهم أن الصفات يمكن تقسيمها إلى : طبقة خارجية وصفها لوك بأنها صفات « ثانوية » – وهى التى تدرك بالحواس ، كالاحمرار والبرودة – وطبقة داخلية هى الصفات « الأولية » ، التى يملكها جوهر الشىء أو الشئ المستقل ، وبفضل وجوده المجرد ، مستقلاً عن كونه مدركاً أو غير مدرك كالصلابة والامتداد فى المكان وعبَّر لوك عنها بأنها : «لا يمكن فصلها عن الجسم نهائيًا فى أى حالة قد يكون عليها» .

أما إذا أخذنا فى الاعتبار وجهة نظر العلم الموضوعية ، فسوف يبدو هذا التمييز مصطنعاً للغاية ، فالاحمرار يعنى قدرة الجسم على عكس الضوء الأحمر ، والتماسك والامتداد فى المكان يعنيان قدرة الجسم على صد أو عكس أى جسم آخر يحاول أن يتعدى على مكان الجسم ، وليس من الواضح لماذا يلزم تصنيف إحدى القدرات على أنها أولية والأخرى على أنها ثانوية ، واحدة على أنها أساسية والأخرى على أنها سطحية .

ربما اعترض الفيلسوف على ذلك ، بأن الاحمرار بالنسبة له لاعلاقة له بانعكاس الضوء ، إذ إن معناه ببساطة القابلية لإحداث إحساس عقلى بالاحمرار ، وهذا لايكفى لأنه يجعل التمييز بين الصفات الأولية والثانوية ذاتيًا ، وعلى هذا يجب أن يصنف الأحمر على أنه صفة ثانوية بالنسبة للرجل العادى سليم النظر ، ولكن بالنسبة للضرير الذى لايمكنه رؤيته إطلاقاً فسوف يعتبر صفة أولية ، وكذلك بالنسبة للكلب الذى لايملك بصراً ملوناً ، وقد يحتج لوك وأقرانه الفلاسفة بأن الأحمر صفة ثانوية ولكن فيلسوفاً من فصيلة الكلاب سوف يحتج وله نفس الأحقية بأنه صفة أولية ، لأن الكلاب لاتميز الألوان .

أحياناً نقترب من المشكلة بتخيل الشىء وكأنه يجرد من كل الصفات التى

يمكن تخيل إمكان تجريده منها واحدة بعد الأخرى ، فالصفات التى يمكن تخيل إزالتها هى بالطبع الثانوية ، ومايتبقى مما لايمكن إزالته هو الصفات الأولية ، فقالب السكر مثلا يمكن أن يصور فلسفيًّا وكأنه ملفوف فى صفات البياض والحلاوة والجمود وهكذا ، فإن جرد من هذه الصفات واحدة بعد الأخرى فما الذى يتبقى مما لايمكن تجريده ؟ هل يتبقى أى شىء ؟ أو يتحقق ماسلمنا به فى القضية السابقة من أن الشىء ماهو إلا مجموع صفاته ؟

وجد العلم أن صفات المواد والأشياء تعتمد من ناحية على الطبيعة الداخلية لمكوناتها ، ومن ناحية أخرى على الطريقة التى ترتب بها هذه المكونات فى المكان ، فالصفات الفيزيائية تعتمد على طريقة ترتيب الجزئيات ، والصفات الكيميائية على طريقة ترتيب الذرات التى تتكون منها الجزئيات ، ولهذا فلا معنى للحديث عن تجريد أى شىء من صفاته ، وغاية مافى وسعنا أن نعيد ترتيب وحداته المكونة له ، وبهذه الطريقة تحل إحدى الصفات محل الأخرى : فنستبدل صلابة الثلج بسيولة الماء أو بقابلية البخار للانضغاط ، أو نحصل على تألق الماس بدلا من العتمة الشديدة للجرافيت أو السواد العميق للسناج ، فبالنسبة للعالم تعتبر كل الصفات أولية بمعنى أنها :

« لاتنفصل نهائيًّا عن الجسم فى أى حالة يكون عليها » .

فزهرة التيوليب الحمراء لايقل احمرارها بالنظر إليها فى ضوء أزرق .

نعود فنقول إن الفيلسوف لايعفيه أن يحتج بأن العالم يصر على النظر للأشياء نظرة موضوعية ، على حين أنه – أى الفيلسوف – معتاد على الاحتفاظ بأفكاره من ناحية ذاتية ، فإذا أصر على أنه يسهل عليه « تخيل » الأشياء مجردة من صفاتها ، فالجواب على ذلك هو أن الفلسفة مثل الفيزياء موكولة باكتساب معرفة عن العالم الحقيقى ، لا عن عالم تخيلى بعيد تماماً عن الحقيقة ، حيث يمكن

أن تجرد الصفات بعيداً ولايتبقى شيء فى موضعه ، ولا يمكن فى غير « بلاد العجائب » أن يتم تجريد قطة من كل شيء ماعدا تكشيرتها .

أنصاف نغمات :

هناك اختلاف آخر فى المصطلحات يتصل عن قرب بذلك الذى تناولناه وهو يرجع إلى ميل . الفلسفة فى تناولها للعالم إلى أن تصوره بالأسود والأبيض فقط ، متجاهلة كل أنصاف الدرجات والتدرج ، والحيرة التى تبرز أمامنا عندما نختبر عالم الواقع ، وأوضح مثال على ذلك يقدمه لنا قانون الوسط المرفوع Law of the excluded middle الذى سيطر على المنطق الصورى ، فكانت له عواقب مدمرة ، ابتداءً بأرسطو ، فالقانون يؤكد أن أى شيء إما يكون (ا) أو لا (ا) مهما كان (ا) أما العالم من الناحية الأخرى ، فلأنه يعرف أن كل شيء على وجه العموم يمتلك بعض خواص (ا) لايعنيه أن يصنف الشيء على أنه (ا) أولا (ا) وكل مايبغى معرفته هو مامقدار مايملكه الشيء من خواص (ا)

مثلاً يؤكد القانون أن أى كمية لابد أن تكون إما نهائية أو لانهائية ، فإن كان هذا صحيحاً ، فإن نصف أى كمية نهائية لابد أن يكون دائما كمية نهائية أيضاً ، فلا يمكنه أن يكون كمية لانهائية وإلا كان مجموع كميتين لانهائيتين كمية نهائية ، وهو أمر باطل ، وعلى هذا ففى متوالية الكميات :

١ ، $\frac{١}{٢}$ ، $\frac{١}{٤}$ ، $\frac{١}{٨}$ ، $\frac{١}{١٦}$ ، $\frac{١}{٣٢}$ ، ....حيث تكون كل كمية نصف ماقبلها ، ولابد أن يكون كل فرد من المجموعة كمية نهائية مهما امتدت المتوالية ، فإذا امتدت المتوالية بغير حدود ، فسيصبح لدينا سلسلة لاتنتهى من كميات يكون كل منها نهائيًا ، ومجموع كل أفراد المتوالية هو الآن مجموع عدد لانهائى من الكميات النهائية ، وعلى هذا فوفقا للقانون لابد أن يكون المجموع لانهائيًا ،

ولكن الحساب البسيط جداً يبين أن المجموع بالفعل كمية نهائية هي ٢ .

وهذه هي المغالطة التي تتضمنها مفارقة زينون المعروفة جيداً عن الأرنب والسلحفاة ، وتبسيطاً لذلك نفترض أن الأرنب يتحرك فقط بضعف سرعة السلحفاة ، وتأخذ السلحفاة دقيقة تتقدمه فيها ، تقطع خلالها المسافة من نقطة البداية (ا) إلى النقطة (ب) وعندها يبدأ الأرنب في الحركة ، ويستغرق نصف دقيقة ليصل إلى (ب) وفي خلال هذه الفترة تقطع السلحفاة مسافة (ب جـ) ، هي طبعاً نصف المسافة (ا ب) ، وتبعاً لذلك يستغرق الأرنب ربع دقيقة ليقطع المسافة (ب جـ) ، ويستمران على ذلك ، بحيث يكون الزمن الكلي للسباق بالدقائق :

$١ + \frac{١}{٢} + \frac{١}{٤} + \frac{١}{٨} + ...$ إلى مالانهاية ويتضح أن المتوالية لايمكن أن تنتهي ، وتبعاً للقانون فهي تتكون من عدد لانهائي من الحدود النهائية ، والزمن الكلي للسباق لابد أن يكون لانهائيًّا ، أي أن الأرنب لن يستطيع اللحاق بالسلحفاة ، ولكن كما سبق ، تنتج المغالطة من افتراض أن الكميات يمكن تقسيمها بحد قاطع إلى نهائية ولانهائية — أو بعبارة أخرى : إنها تخضع لقانون الوسط المرفوع .

وهناك مثال أخطر من ذلك نجده فيما يسمى بالدليل الأنطولوجي أو الوجودي على وجود الله ، في الصورة التي عرضه بها القديس أنسلم Anslem ، وقد مر هذا الدليل بتاريخ طويل من التأييد والمعارضة من جانب كبار الفلاسفة كديكارت وليبنتز و « كانت » .

ينتهي قانون الوسط المرفوع إلى نتائج أخرى تحدث ارتباكاً في بعض نواحي الحياة العملية ، فهو مثلاً يخبرنا أنه في كل لحظة من حياة الإنسان إما يكون شاباً أو غير شاب ، حتى أن الانتقال من المرحلة التي يكون فيها شاباً إلى المرحلة التي

يكون فيها غير شاب يجب أن يحدث فى لحظة واحدة من حياته ، وهكذا يتلاشى الشباب فى طرفة عين ، ويمكن أن نطبق نفس الشيء على جمال امرأة أو صحة أحد المعوقين ، وهكذا يقودنا اتباع المنطق الصورى بأساليبه الضيقة إلى نتائج غريبة .

فى الحياة العملية ، تُعَتبر كل أمور الحياة تسويات وحلول وسيطة ، وغالبية الأشياء تقع بالتحديد فى الإقليم الوسط الذى يحاول القانون أن يلغيه ، وعلى كل فهذا لايتداخل مع تعميم القانون بالنسبة للأغراض الجدلية : « أيها السادة : من الواضح بالتأكيد أنه إما هناك نقص فى علف الخنازير أو لا نقص » .

اختلافات فى المناهج

ينتقل بنا التفكير طبيعيًّا إلى اختلاف ثالث فى المصطلحات ، أو ربما على الأصح فى المنهج ، وهو اختلاف له عواقب أخطر مما تعرضنا له حتى الآن ، إن « حرفة » الفيلسوف أن يركب ويفسر حقائق معروفة فعلاً ، أما العالم فعليه أن يكتشف حقائق جديدة ، وعندما يجد الفيلسوف نفسه مدعواً لتفسير عالم شديد التعقيد وغير مفهوم إلى حد كبير ، فإنه يجد مايغريه بتجريد كل مشكلة إلى هيكلها العارى غير المصقول ، بالتخلص من كل مايبدو له غير جوهرى ، أما العالم فلأنه دائم التنقيب عن كل جديد ، فمن الطبيعى أن يحافظ على كل التعقيدات ، بل هو فعلاً يرحب بها ، لأنها يمكن أن تدله على الطريق إلى مجالات جديدة للمعرفة ، والمهم فى ذلك هو أن الفيلسوف عرضة لخطر التبسيط الزائد لمشكلته تاركاً بعض الأساسيات من خلال عدم رؤيته لأساسيتها .

تبسيط زائد :

نضرب لذلك مثلاً بسيطاً ، فالفيلسوف قد يتساءل لماذا تبدو الزهرة حمراء بالمعنى الفلسفى ؟ وأين يكمن احمرارها الفلسفى ؟ ومثل كثير من المشاكل الرئيسية للفلسفة ، ترجع هذه المشكلة إلى أفلاطون ، ففى محاورة « ثياتيتوس » يستنتج سقراط أن اللون لا يكمن فى عيننا ولا فى الشيء الخارجي المدرك ، والفيلسوف الحديث يقتدى بأفلاطون إلى حد أنه يحذف من المناقشة كل العوامل ماعدا الزهرة والعقل الذى يدركها حسيًّا لأنهما وحدهما – على حد قوله بمنتهى الثقة – هما جوهر المشكلة ، ففى إمكانه أن يحتج بأن الزهرة قد تبدو لأحد العقول حمراء قانية ولآخر قرمزية ، وعلى هذا فاللون لا يكمن فى الزهرة ولابد أنه يكمن فى العقل المدرك .. (انظر ص ١٢٢) .

ويعرف العالم أن عوامل أخرى كثيرة تدخل فى الاعتبار ، فالضوء الذى ينير الزهرة له أهمية خاصة بالتأكيد ، فبدون الإضاءة لا يمكن أن تبدو الزهرة حمراء على الإطلاق . بل تبدو سوداء ، فالزهرة لا يمكن أن تبدو حمراء فى غياب ضوء أحمر ينعكس منها ولابد أن يوجد مكون أحمر فى الضوء الساقط على الزهرة ، وحتى إن وجد الضوء الأحمر ، فلن يراه الشخص الذى لاتكون شبكية عينه حساسة للضوء الأحمر ، فمن الضرورى ألاّ يكون لديه عمى للون الأحمر ، وعلى هذا فلكى تظهر الزهرة حمراء فلابد من توفر شروط ثلاثة :

١ – يجب أن يحتوى الضوء الساقط على الزهرة على بعض الضوء الأحمر .

٢ – يجب أن تكون لسطح الزهرة القدرة على عكس الضوء الأحمر .

٣ – يجب ألا يكون الشخص الناظر إلى الزهرة مصاباً بعمى للون الأحمر .

إن مسألة أين يكمن الاحمرار الفلسفى للزهرة لم تعد فى أحسن صورها ،

ولكن إذا كان من الضرورى أن نجيب عليها ، فلنقل إن الاحمرار يكمن فى :

١ – الشمس أو أى مصدر ضوئى آخر يشع ضوءا أحمر .

٢ – سطح الزهرة الذى يعكس ضوءاً أحمر .

٣ – شبكية عين الشخص المدرك التى تستقبل الضوء الأحمر .

هذه المناقشة المختصرة تظهر أن إدراك الاحمرار أعقد بكثير مما يسلم به الفيلسوف فى معالجته البسيطة ، ومع ذلك فمازالت المناقشة أبعد بكثير من أن تشمل كل خلفية الموضوع .

وبدلاً من أن نتساءل لماذا تبدو الزهرة حمراء ؟ قد نتساءل ما الذى يجعل الشمس الغاربة حمراء ؟ وفى هذه الحالة يكون التفسير الذى قدمناه من قبل فاشلاً تماماً ، والإجابة الجديدة هى أن الغلاف الجوى للأرض يشتت بعض مكونات ضوء الشمس عندما يمر خلاله ، وهو يشتت الضوء الأزرق أكثر من الأحمر ، مما يجعل السماء زرقاء ، وهذا التشتت يزيد نسبة اللون الأحمر فيما يتبقى من الضوء ، مما يجعل الشمس تبدو « دائماً » أكثر احمراراً مما هى عليه فى الواقع ، وعند الشروق والغروب يقطع ضوء الشمس رحلة أطول من المعتاد خلال الغلاف الجوى ، بحيث تشتت كمية من الضوء الأزرق أكبر من المتوسط ، وتبدو الشمس أكثر احمراراً من المعتاد ، وبمقارنتها بمظهرها المعتاد نقول إن الشمس تبدو حمراء .

وقد نتناول المسألة بطريقة أخرى ، فنقول إن عملية طويلة من التطور الارتقائى زودت جنسنا البشرى بعيون حساسة فحسب لأطوال موجات الإشعاع الذى تنير به الشمس كوكب الأرض ، وهى أكثر حساسية للإشعاع الذى يصل إلى الأرض بغزارة ، وعند غروب الشمس يختل التوازن العادى للألوان بالطريقة التى شرحناها ويبدو ضوء الشمس أحمر .

فإذا تساءلنا أيضا لماذا تبدو أبعد الأشياء فى الفضاء حمراء ، كما نجدها فعلاً ، فسنتعرض لواحدة من أعوص مشاكل الفلك المعاصر ، فالأشياء التى تبدو حمراء هى السدم الهائلة خارج المجرات وهى لاتعكس الضوء كما تفعل الزهور ، بل تشع ضوءها الخاص ، وكلما ازداد بعد السديم ازداد الضوء احمراراً ، وربما ظهر ضوء السديم أصفر أو أخضر أو أزرق بالنسبة للمقيم فى السديم ، ولكنه يبدو أحمر بالنسبة لنا فقط ، لأننا نبتعد عن السديم أو يبتعد السديم عنا وهو نفس المعنى – بسرعة تقارن بسرعة الضوء ، مما يجعل موجات الضوء تدخل عيوننا على فترات أقل تردداً ، فيظهر لنا الضوء أكثر احمراراً مما يظهر للساكن فى السديم ، ومع ذلك فهناك إمكانيات وتفسيرات أخرى شديدة التخصص لدرجة لاتسمح بمناقشتها هنا .

وهناك مشكلات أخرى تتعلق باللون ، لها إجابات مختلفة تماماً ، مثل احمرار النار ، وزرقة القوس الكهربى ، وزرقة السماء (وقد شرحناها جزئيًّا فيما سبق) ، وزرقة ضوء القمر ، والظلال على الجليد ، والألوان المختلفة لقوس قزح ، ولجناح الفراشة ، ولبقعة الزيت المتسخة على الطريق ، ولكن سواء تناولنا ألوان الوردة ، أو الفراشة ، أو السديم ، أو قوس قزح ، فلابد للفلاسفة أن يعترفوا بأن فى السموات والأرض أشياء تتجاوز فلسفتهم ، وأن العالم ليس بالسهولة التى يرغبون فيها .

اساليب ذرية فى التفكير :

هناك اختلاف آخر فى المنهج ، فالفيلسوف له أسلوب فى التفكير فى العالم أميل إلى « الذرية » ، فهو يميل لأن يرى العالم مجموعة من الأشياء المنفصلة ، فالطبيعة مجموعة من الأحداث المنفصلة ، والزمن مجموعة من اللحظات لكل

منها مدة محدودة ، والمكان مجموعة من المناطق كل منها له امتداد محدود ، أما العالم من الناحية الأخرى ، فيفكر بمصطلحات الاتصال ، فهو يرى الطبيعة مسرحاً دائم التغير لاتتابعاً من القفزات ، أو يراها عرضاً سينمائيًّا لاسلسلة من شرائح الفانوس السحرى ، وعلى حين يفكر الفيلسوف فى الزمن على أنه تتابع للحظات محدودة ، يصوره العالم كتيار دائم التدفق ، فإن جزَّأه إلى لحظات فكل منها لانهائية الصغر بحيث تكون الفترة الزمنية بين لحظتين متتابعتين منعدمة ، وهو نفس الحال مع المكان ، فالفيلسوف يجزئه إلى مناطق صغيرة محدودة أما العالم فيجزئه إلى أجزاء لانهائية الصغر أو نقط ، والمسافة بين نقطتين أيضاً منعدمة ، وباختصار يميل الفيلسوف إلى التفكير بمصطلح مايسميه عالم الرياضيات « التغيرات النهائية » "finite differences" على حين يفكر العالم بمصطلح لانهائيات الصغر "infinitesimals".

لعل هذه الملاحظة الأخيرة لا تقوم فحسب بتلخيص الاختلاف فى المنهج بل تقوم أيضاً بتوضيح منشئه ، ويبدو أن هذا المنشأ له أصل تاريخى ، لأن أساليب التفكير الفلسفى تبلورت من قبل أن يبتكر ليبنتز حساب التفاضل . أو يضع نيوتن نظرية التدفق fluxions ومع التقدم العلمى ومواجهته لمشاكل دائمة التجدد ، اضطر العالم بحكم الظروف للتأقلم مع الأساليب الأحدث والأدق فى التفكير وإلا فشل فى هجومه ، على حين أن الفيلسوف الذى استمر يعنى بنفس المشاكل القديمة ، لم تواجهه هذه الضرورة برغم وجود استثناءات بالطبع ، فكما نتوقع من ليبنتز مبتكر حساب التفاضل فقد أكد دائماً على استمرار كل التغيرات فى الطبيعة ، وهو نفس ما فعله برجسون فى تاريخ لاحق .

إن السؤال لا يتعلق بالشكليات وحدها ، فهناك اعتقاد شائع بأن التغيير غير المستمر لابد أن يتحول إلى تغيير مستمر إذا جعلنا فترات عدم الاستمرار صغيرة

لدرجة أن تتلاشى ، وقد يصدق هذا فى بعض النواحى لكنه لا يصدق فى غيرها ، فمثلا درجات السلم مهما جعلناها صغيرة فإنه لن يتحول أبداً إلى مستوى مائل ، فإذا وضعنا جُسَيماً صغيراً بدرجة كافية على السلم فسيمكنه أن يستقر فى موضعه دائماً ولكنه سينزلق إذا وضع على مستوى مائل ، وإذا قمنا بطلاء السلم فسنحتاج دائماً لكمية أكبر مما نحتاج لطلاء المستوى المائل ، فإذا كانت زاوية ميله ٤٥° سنحتاج إلى كمية من الطلاء تزيد ٤١٪ عن المستوى سواء كانت الدرجات صغيرة أم كبيرة ، وبالمثل لا يتحول المنشار إلى سكين بأن نجعل أسنانه صغيرة صغراً لا نهائيا ، فهما يقطعان الأشياء بعمليتين مختلفتين .

مثال آخر لهذا الأسلوب الذرى فى التفكير وما يعقبه من نتائج ، نجده فى مفارقة Paradox أخرى مشهورة لزينون ، تخيل أن سهماً متحركاً عند الموضع (س) من المكان فى اللحظة (ا) ، ويكون عند الموضع (ص) فى اللحظة التالية (ب) فإذا اعتبرنا الزمن تتابعاً من لحظات منفصلة ا ، ب ، ج ، . . . . . فلا بد أن هناك مرحلة ننتقل فيها من اللحظة (ا) إلى اللحظة (ب) وهذه المرحلة مشتركة بين اللحظتين (ا) و (ب) ، ولأنها تنتمى إلى (ا) فلابد للسهم وقتها أن يكون عند (س) ، ولأنها تنتمى إلى (ب) فلابد للسهم أن يكون عند (ص) ، ولكنا نعلم أنه من المستحيل للسهم أن يتواجد فى موضعين مختلفين (س) و (ص) فى نفس الوقت ، لهذا لابد أن (س) و (ص) هما نفس الشيء ، وهذا يعنى أنه فى المرحلة الزمنية من (ا) إلى (ب) لا يمكن أن يكون السهم قد تحرك على الإطلاق ، وهكذا ادعى زينون أنه أثبت – وإن كان لسانه داخل فمه – أن الحركة مستحيلة وأن التغير وهم ، ولابد أن تكون الحقيقة ثابتة ، وهو المبدأ الذى قدمه بارميندس

"Parmenedes" معارضاً مبدأ هيراقليطس Heraclitus القائل بأن « كل شيء يتغير » .

عندما نترجم قضية زينون إلى لغة العلم فلن يتبقى منها شيء . فعندما تكون الفترة بين لحظتين متتابعتين منعدمة ، لا يكون هناك اعتبار لحركة السهم خلال هذه الفترة لأنها تنعدم أيضاً ، ولتفهم المشكلة لا بد أن نعتبر أن حركة السهم تتم خلال عدد لا نهائى من اللحظات ، لأن ما يقل عن ذلك لن يعطينا فترة نهائية من الزمن والمسافة التى يقطعها السهم فى عدد لا نهائى من هذه اللحظات الصغيرة صغرًا لا نهائياً هى بالطبع = اللانهاية × الصفر

وهو مقدار كما يعرف كل تلميذ قد يكون صفراً أو نهائيًّا أو لا نهائيًّا ، وهكذا أمكننا البرهنة على إمكانية الحركة ، وأعدنا للكون حريته فى التغير.

عندما تقدم فلاسفة عصر أحدث لدراسة مشاكل الحركة والتغير ، فإن جانباً كبيراً من قضاياهم أفسدته عادتهم فى الإبقاء على تقسيم الزمن إلى لحظات منفصلة ، والتغير إلى أحداث منفصلة ، وكأنهم لا يستطيعون أن يروا فى الطريق الشمالى الكبير (أو طريق السفر) إلا علامات الطريق المتتابعة ، فلم يتمكن « كانت » أو « بركلى » من تفهم المبدأ العام للكميات لا نهائية الصغر ، بل إن بركلى احتج بأنها : « قد اخترعت بغرض مسايرة العقل الكسول ، الذى يفضل الاستسلام للشك المريح بدلاً من معاناة التوغل فى اختبار عنيف للمبادئ التى اعتنقها دائماً على أنها صادقة ». ولأنه استمر دائماً يؤمن بأن الوجود هو كون الشيء مدركاً حسياً ، فقد رفض ناقماً أن يقر بإمكان وجود الكميات الصغيرة صغرًا لا نهائيًّا ، والتى تبلغ من الصغر حداً لا يسمح بإدراكها حسيًّا ، أو بأن علماء الرياضة قد أمكنهم الانتفاع من تخيل وجودها برغم أنه غير حقيقى ، وكان قاسياً بالذات على أولئك الذين « أكدوا أن هناك مقادير لا نهائية الصغر تتكون من

مقادير لا نهائية الصغر ، بدون أن يصلوا أبدا إلى نهاية ، حتى أنه وفقا لهم ، لا تحتوى البوصة على عدد لا نهائى من الأجزاء فحسب ، بل لا نهاية من لا نهاية من لا نهاية إلى ما لا نهاية من الأجزاء . . . . . . ومهما فكر علماء الرياضة فى التدفق flux ions أو حساب التفاضل وما يشبهه ، فإن قليلاً من التفكير سيبين لهم أنهم عندما ينتهجون هذه السبل ، فإنهم لا يدركون أو يتخيلون خطوطاً أو أسطحًا سوى تلك التى يمكن إدراكها حسيًّا ، وربما أطلقوا فعلاً على تلك الكميات الصغيرة وغير المحسوسة تقريباً اسم لا نهائية الصغر ، أو لا نهائية الصغر من لا نهائية الصغر إن أعجبهم ولكن الأمر فى جوهره لا يخرج عن كونها فى الحقيقة نهائية ، وحلول المشاكل لا تتطلب افتراض شىء آخر .

السببية :

كانت النتائج مدمرة بالذات فى تناول مشاكل السببية ، فقد تصور كثير من الفلاسفة أن أحداث الطبيعة يمكن تفسيمها إلى أجزاء منفصلة ، وأن هذه بدورها يمكن تجميعها فى أزواج بحيث يرتبط كل حدثين بعلاقة السبب والنتيجة .

وعلى هذا الأساس المزيف ، احتج «كانت » بأن « غالبية الأسباب التى تعمل فى الطبيعة تتزامن مع نتائجها » لأنه : « إذا لم يكن أمام السبب سوى لحظة واحدة قبل أن يتوقف فليس بإمكان النتيجة أن تنشأ » وهو يضرب المثل بحجرة دافئة فهى دافئة لأن ناراً « تشتعل » بداخلها برغم أنه كما تعرف أى خادمة فالسبب هو أن النار «كانت تشتعل » بداخلها .

ويرى «كانت » أنه إذا كان السبب والنتيجة متزامنين فى الحقيقة ، يصبح

من الصعب تمييز السبب من النتيجة فى أى حدثين مرتبطين ، وإن كان يدعى القدرة على التمييز بين الاثنين من خلال علاقة الزمن للصلة الديناميكية لكليهما » ولنأخذ مثله الخاص ، فإذا وضعت كرة من الرصاص على وسادة ، فستكون دائماً مصحوبة بتجويف فى الوسادة ، « فإن وضعت الكرة على الوسادة فإن التجويف يتبع ذلك على السطح الذى كان أملس من قبل ولكن إن كان بالوسادة لسبب أو لآخر تجويف — فهذا لا يتبعه أن يكون عليها كرة رصاصية » .

وكان هيوم قد تقدم برأى آخر فى السببية ، فقد اعتقد أن كل النتائج تتجاور فى المكان مع أسبابها ، وأيضاً تتعاقب فى الزمان ، ولكن التجاور والتعاقب لا يكفيان بمفردهما لكى ندعى أن شيئين أو حدثين هما سبب ونتيجة ، فلا بد أيضاً من وجود اقتران ثابت constant conjunction ، أو بعبارة أخرى لابد أن نلاحظ أن التجاور والتعاقب قد تكرراً فى عدد هائل من المرات ، « إننا نتذكر أننا رأينا أنواعاً من الأشياء نسميها اللهب ، وأحسسنا بأنواع من الإحساسات نسميها السخونة ، وفوق ذلك ، نستدعى إلى العقل اقترانهما الثابت فى كل المرات الماضية ، وبدون مزيد من التعقيدات نسمى أحدهما « سبباً » والآخر نتيجة ونستنتج أحدهما من الآخر ، وهذا أيضاً غير مقنع من الناحية العملية ، فمن ناحية لأن الحرارة كثيراً ما تجرب بدون لهب ، واللهب بدون إحساس بالحرارة ، ومن ناحية أخرى لأنه لا توجد وسيلة لكى نقرر أيهما السبب وأيهما النتيجة ، وفى الحقيقة الفعلية ، فالحرارة غالباً تنتج لهباً ، واللهب غالباً حرارة ، ولكن عندما نأتى إلى منزل يحترق ، فليس من السهل أن نحدد المصدر الأصلى للحريق إن كان الحرارة أو اللهب أوشيئاً يختلف عن كليهما .

ومن الواضح أيضاً أن الاقتران الثابت لحدثين لا يعطينا الحق فى أن نعزو لهما

علاقة السبب – النتيجة على الإطلاق ، فقد أتذكر أنى رأيت قطار أسكتلندا كثيراً يمر بمحطتى عندما كانت عقارب ساعتى تشير إلى الثانية عشرة ، ولكن هذا لا يبرهن أن أحد الحدثين سبب للآخر ، وقد نرى البدر كثيراً عندما تكون السماء صافية ، ولا نراه أبداً وهى ممتلئة بالغيوم ، ولكن لا يجب أن نستنتج أن البدر يجعل السماء صافية (برغم أن هناك خرافة شعبية تدعى هذا) أو أن السماء الصافية تجعل القمر بدراً .

وكمثال لموقف من السببية أحدث وأكثر علمية ، هناك التعريف الذى اقترحه برتراندراسل مؤخراً :

« إذا أعطينا حدثاً (ح ١) فهناك حدث (ح ٢) وفترة زمنية (ن) ، بحيث إنه عندما يظهر (ح ١) فإن (ح ٢) يتبعه بعد فترة (ن) ، إلا أن الدراسة العلمية تبين أنه حتى هذا التعريف ليس صحيحاً باعتبار الدقة التى يجب أن تتطلع إليها الفلسفة ، باستثناء الحالة الوحيدة الخاصة التى يكون فيها (ح ١) هو حالة العالم بأكملة فى لحظة من الزمان و (ح ٢) هو حالته بعد فترة من الزمن (ن) .

والحقيقة العلمية هى أنه غير مسموح بتناول علاقة السببية بأى من هذه الأساليب ، فهى كلها مبنية على تبسيطات لا تجوز لأمور العالم الفعلى المعقدة ، وهى فى أحسن الظروف تجريدات تقربنا من الحقيقة ، وليس هناك مبرر علمى لتقسيم أحداث العالم إلى أحداث منفصلة ، فما بالك بافتراض أنها تترابط فى أزواج مثل لعبة الدومينو ، يكون فيها كل حدث سبباً لما يليه وفى الوقت نفسه نتيجة لما سبقه ، إن التغيرات فى العالم أكثر اتصالاً فى طبيعتها وأيضاً أقرب تشابكاً من أن تجعل عملية التقسيم هذه صحيحة ، وسوف نرى هذا أوضح

عندما نتناول النظرة العلمية للسببية فى الفصلين التاليين ، وإن كان من المفيد أن نضرب لذلك مثلاً بسيطاً الآن فى هذا الموضع .

لنفرض أنى أطلقت النار على أحد الطيور وأنه سقط على الأرض ، قد يعتبر سقوطه على الأرض كما هو واضح نتيجة ، ولكن أين يجب علينا البحث عن السبب ؟ برغم أن قضية «كانت» تؤيد العكس الذى ذكرناه منذ قليل فإن غالبية الناس سيقولون إنه فى جذبى لزناد البندقية قبلها ، ولكن هذا تبسيط مبالغ فيه للموقف ، فكما هو واضح ، يجب أن نضيف إلى جذبى للزناد قيامى من قبل بتعمير البندقية بخرطوشة ، قد سبق لشخص ما أن وضع فيها مسحوقاً وطلقات فى أماكن صحيحة وبمقادير صحيحة ، وإنى أيضاً صوبت السلاح فى الاتجاه الصحيح ، وجذبت الزناد فى اللحظة الصحيحة . بعد أن عينت بالضبط سرعة واتجاه طيران الطائر ، وشدة واتجاه الرياح ، وتأثير كل من مقاومة الهواء والجاذبية ، ولعل الطلقة أصابت هدفها عندما وجهتها فى هذا الاتجاه المعين ، لأن منخفضاً جويا كان متمركزاً فوق أيسلندا قبلها بثلاثة أيام ، قد تحرك شرقاً وتسبب فى رياح جنوبية غربية ، وهذا حدث لأنه قبلها بأسبوع كان هناك اعصار هاريكين فى جزر الهند الغربية ، وهكذا إلى « ما لا نهاية » فأى نتيجة ترتبط بأحداث سابقة فى سلسلة لا تنتهى من خيوط الأحداث ، التى تلتقى جميعها عند النتيجة .

نرى من هذا مقدار السذاجة فى افتراض أن كل أحداث العالم يمكن ترتيبها على أزواج تربطها علاقة السبب – النتيجة ، فهذا قد يتضمن أن كل نتيجة لها سبب واحد فقط ، وأن كل سبب له نتيجة واحدة فقط ، فإذا افترضنا أن أحداث الطبيعة يحكمها قانون سببى فلابد أن نفترض أن سبب أى نتيجة هو الحالة السابقة للعالم ككل بحيث يكون لكل نتيجة عدد لا نهائى من الأسباب .

ويمكن لبعض هذه الأسباب أن يكون له تأثير طفيف لدرجة إهماله ، فمثلاً نجاحى فى إصابة الطائر لن يعتمد بأى درجة ملحوظة على أن نجم الشعرى اليمانية فى الطالع أو أنى كسرت مرآة أو قرشت ملحاً ، برغم أنه قد يعتمد على الدرجة التى طال بها سهرى فى الليلة السابقة .

وعندما نأخذ فى اعتبارنا أى حدث ، فليس من الضرورى أن نعتبر كل الأحداث السابقة فى تاريخ العالم أسباباً منفصلة ، لأن نتائج الأحداث المتقدمة محسوبة بأثرها فى الأحداث المتأخرة ولا داعى لأن نتناول الحدث مرتين أو أكثر ، بل يكفينا أن نأخذ فى الاعتبار مقطعاً عرضيًّا عند أى لحظة معينة من الزمن ، فإن حالة العالم عند هذه اللحظة – أو أى لحظة اختارها – ستقدم لنا السبب المناسب للنتيجة المأخوذة فى الاعتبار ، فعلى سبيل المثال ، إذا اخترت اللحظة التى جذبت عندها الزناد لكى أطلق النار على الطائر ، عند هذه اللحظة تتكون حالة العالم من خرطوشة البندقية والرياح الجنوبية الغربية الشديدة ، ولا داعى لأن نشغل أنفسنا بالتساؤل : حول من عمر البندقية ؟ أو ماسبب الرياح ؟ .

وحتى المقطع العرضى الذى نختاره لا يحتاج لأن يمتد خلال كل المكان فالأقاليم البعيدة يمكن تركها خارج الاعتبار تماماً ، فليس هناك تأثير يستطيع الانتقال أسرع من الضوء ، وهناك أجزاء من الكون ستظل دائما بعيدة لدرجة أن الضوء الذى غادرها لحظة المقطع العرضى لم يصل إلينا بعد ، ومن الواضح أن الأحداث التى تجرى فى مثل هذه الأقاليم لا يمكن أن تؤثر فى المجرى الحالى للأحداث عندنا .

ومع ذلك فهناك حالتان خاصتان من المقاطع العرضية لها أهمية خاصة ، فأولاً : يمكننا أن نأخذ مقطعاً عرضيًّا عند بداية الزمان أو إن فضلنا أن نسميه ،

عند خلق العالم ، فعندها نرى أن كل شيء يحدث الآن هو نتيجة مباشرة للطريقة التى كانت ذرات العالم مرتبة عليها عند خلقها ، وثانياً : يمكن أن ندفع مقطعنا العرضى إلى الأمام زمنيًا بحيث يختلف عند اللحظة الجديدة بقدر لا نهائى من الضآلة عن الحاضر ، وعندها يمكننا أن نهمل أجزاء الكون البعيدة عن متناولنا ، سنجد أن حالة الأشياء فى هذا المقطع تعتمد فقط على حالة الأشياء التى كانت فى متناولنا فى اللحظة السابقة ، وهذه النتيجة تذكرنا برأى « كانت » فى السببية ، وهو رأى ضيق جداً ، ولكن العلم لا يجد داعياً لتقييد نفسه بهذا الرأى ، ولا حتى الرجل العادى الذى سيظل مصرا على أن كلبه مات اليوم لأنه تناول سماً بالأمس .

الفصل الرابع

مرور العصر الميكانيكى

(من نيوتن إلى أينشتين)

الميكانيكا قبل نيوتن :

كانت المحاولات الأولى لاكتشاف النمط الذى تجرى عليه أحداث العالم محدودة بالقدر الذى تسمح به رؤية الأشياء فى تحركاتها ، إما على مستوى المقاييس الإنسانية أو على المستوى الأكبر بكثير فى الفلك ، وهذه الحركات هى الوحيدة التى يمكن دراستها بدون الاستعانة بالأدوات والأجهزة .

لقد عوملت حركات الأجرام الفلكية من الناحية الهندسية فقط ، كانت النجوم الثابتة يندر أن تخضع للمناقشة لأنها بدت لا تتحرك باستثناء دورانها اليومى حول القطب ، ويرجع هذا لبعدها الهائل عن الأرض ، ولكنهم فسروا ذلك بتصور أنها مثبته فى كرة تدور حول الأرض التى تعد مركزاً لها .

أما عن القمر والشمس ، والكواكب ، فقد تتابع الفلكيون أرستارخوس. فبطليموس فكوبرنيق فكبلر ، ليبحثوا عن المسارات التى تسلكها هذه الأجرام ، ولكنهم لم يعنوا بهذا السؤال وهو لماذا تسلك الأجرام هذه المسارات المعينة بالذات ولا تسلك سواها ؟ لقد أعلن أرسطو أن الحركة الدائرية طبيعية

لكل الأجسام لأن الدائرة هى الشكل الهندسى الكامل وبدا كأن هذه الجملة كبتت حب الاستطلاع لما يقرب من ألفى عام ، وتقبلها كوپرنيق بغير نقد ، وحتى جاليليو تقبلها لفترة من الزمن .

أما الأجسام الأرضية فقد حاولوا تفسير حركاتها بما نسميه الآن اصطلاحات ديناميكية فتخيل أوائل المفكرين اليونان أن حركة كل شىء محكومة بميل فطرى فى الشىء ليجد « موضعه الطبيعى » فى العالم ، فالحجر يغطس فى الماء لأن الموضع الطبيعى للأحجار هو باطن المجرى ، واللهب يتصاعد فى الهواء لأن موضعه الطبيعى هو فى السماء وهكذا ، وفسر أرسطو هذا بافتراض أن الأجسام لها درجات مختلفة من الثقل والخفة ، وأن الترتيب الطبيعى للعالم هو الترتيب وفقاً للثقل فالأجسام الثقيلة تتخذ مواضعها إلى أسفل والخفيفة فوقها ، مثل طبقات الزيت والماء ، وظل هذا الرأى سائداً حتى عارضه جوردانو برونو (١٥٤٨ - ١٦٠٠) موضحاً أن الثقل والخفة اصطلاحات نسبية فليس للأشياء إذن مواضع طبيعية فى الكون .

لقد تبين بالتأكيد أن هناك أشياء عديدة لا تحتل مواضعها الطبيعية ، ولابد أن هناك تفسيراً لذلك ، ففكر أرسطو أن الجسم يمكن أن يبقى بعيداً عن موضعه الطبيعى باتصاله المستمر بجسم آخر مثل يد تمسك به أو منضدة يوضع عليها ، ولا يمكن أن يتحرك إلا بضغط من جسم آخر وهذا الاتصال يجب أن يستمر طوال حركته ، فمثلاً عندما نقذف بحجر إلى أعلى فإن الهواء المحيط به يبدأ هو الآخر فى التحرك ويضغط على المقذوف خلال طيرانه فيمنعه من العودة إلى موضعه الطبيعى على الأرض ، وفكر هيبارخوس (حوالى ١٤٠ ق . م) فى حل آخر ، هو أن الجسم يبدأ فى الحركة باستقباله « دفعة » من جسم آخر ، وهذه الدفعة تبقى فى الجسم المتحرك لفترة ما ، ولكنها تضعف تدريجيًّا حتى

تتلاشى فى النهاية ، حتى أن الجسم المتحرك يبطئ من سرعته حتى يصل فى النهاية إلى السكون .

من الطبيعى أن تسود هذه الآراء لأنها تتفق مع السلوك الفعلى للأجسام التى تتحرك على سطح الأرض ، فكل جسم متحرك عليها يبطئ تدريجيًا حتى ينتهى إلى السكون ، فلو لم يفعل ذلك لكان آلة دائمة الحركة ، وهو أمر أجمعوا على استحالته ، وبالفعل وصفه أرسطو بالبطلان واستخدمه فى مناقشة انتهت بما فرض أنه العودة إلى اللا شيء reductio ad absurdum، أما السبب الحقيقى فى إبطاء الجسم فلم يكن كما خمن هيبارخوس بل هو مقاومة الهواء والاحتكاك وغير ذلك من القوى المبددة .

ويبدو أن أول من لمح الحقيقة كان بلوتارك (ح ١٠٠ م) فكتب : «كل شيء ينتقل بفعل الحركة الطبيعية بداخله ، ما لم ينحرف بها شيىء آخر» ، وبخلاف ذلك لم يخمن أحد من القدماء أن الجسم المنطلق فى الفضاء الخالى ، أو فى أى منطقة لا تعمل فيها القوى المبددة لن يبطئ إطلاقا ، بل سيعمل بالفعل كآلة دائمة الحركة ، وسيستمر فى حركته إما إلى الأبد أو حتى يحمله شيء خارجى على السكون .

نجد الفكرة حول إمكان حدوث ذلك فى كتابات الفيلسوف نيقولاس القوساوى (١٤٠١ – ١٤٦٤) فقد اعتقد نيقولاس أن الأرض تتحرك باستمرار خلال الفضاء بدون أن ندرك ذلك – تماماً كالسفينة التى تنساب فوق النهر بدون أن يعرف راكبوها أنهم يتحركون ، إلى أن يلاحظوا ابتعاد الضفتين عنهما – وتقبل المبدأ الفيثاغورى القائل بأن الأرض تدور باستمرار حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة ، بل إنه لاحظ أن الكرة الملساء التى تدفع للحركة على أرضية ملساء تستمر فى الحركة حتى يوقفها شيء ، وإلى هنا فأقواله سليمة ولكن

تفسيراته خاطئة ، فقد افترض أن الحركة تستمر لأن كل جسيم من الكرة يميل إلى الاحتفاظ بحركته الطبيعية الدائرية حول مركز الكرة مبدياً ملاحظته بأن الكرة التى لا تكون تامة الاستدارة لا تستمر فى حركتها .

وبعد ذلك رأى جاليليو أن النتيجة الأولية للتأثيرات الخارجية على الجسم هى تغيير « حركته » ، أما التغيير فى موضعه فنتيجة ثانوية ، وعلى ذلك فالجسم الذى لا يؤثر عليه أى مؤثر خارجى يمضى فى حركته بدون تغيير ، أى يستمر بنفس السرعة المنتظمة إلى الأبد ، كما سبق أن قال نيقولاس .

ولعل ديكارت كان أول من أعلن هذا المبدأ بوضوح تام عندما كتب « الجسم عندما يكون ساكناً فله القدرة على أن يستمر فى السكون وفى مقاومة كل الأشياء التى قد تجعله يتغير وبنفس الطريقة عندما يكون متحركاً فله القدرة على الاستمرار فى الحركة بنفس السرعة وفى نفس الاتجاه .

وكان ديكارت أيضاً هو أول من حاول إدماج كل ظواهر الفيزياء فى نظام موحد من القوانين ، على الأقل منذ انتهاء عهد التأمل اليونانى ، ولم يكن نظامه ديناميكيًّا بل كان كينماتيكيًّا ، فهو قد حاول أن يفسر الظواهر بمصطلحات الحركة لا القوى .

« لا أقبل اى قوانين فى الفيزياء غير تلك التى فى الهندسة والرياضيات المجردة ، لأن كل الظواهر فى الطبيعة يمكن تفسيرها من خلالها » ، ولكن هذا النظام كان فى أغلبه خاطئاً .

وفى مقابلة ذلك ، كان النظام الذى نشره نيوتن سنة ١٦٨٧ تحت عنوان « المبادىء الرياضية للفلسفة الطبيعية » Principia Mathematica Philosophia Naturali فى جوهره ديناميكيًّا صرفاً ، ولئن لم يكن صدقه فى

الطبيعة كاملاً ، فقد كان على الأقل صادقاً بما يكفى لانقضاء مائتى عام قبل أن تكشف عيوبه عن نفسها .

ميكانيكا نيوتن

اعتبر نيوتن أن العالم المادى هو مجموعة من الجسيمات أو قطع من المادة ، وكل واحدة منها إما أن تكون ساكنة أو متحركة خلال الفضاء ، فإن كان الجسم ساكنا يبقى على سكونه ، وإن كان متحركا يستمر فى حركته – بنفس السرعة وفى نفس الاتجاه – مالم تتدخل « قوى »لتغير حالة السكون أو الحركة وهذا هو القانون الأول ، وبذلك صارت الحركة الدائمة هى الحالة العادية للجسم المتحرك مالم يتدخل شيء يغيرها .

وفسرت القوى على أساس تأثيراتها التى تغير الحركة ، فالقوة تقاس بمقدار التغير الذى تحدثه فى سرعة الجسم الذى تعمل عليه مضروبا فى كتلة الجسم (القانون الثانى لنيوتن) . وهنا لا يعنى اصطلاح « السرعة ع » ما نفهمه بالسرعة العادية وحدها ، بل يدخل فى الاعتبار اتجاه الحركة ، وعلى هذا فإننا نفترض أن تغيرا فى السرعة قد حدث إذا غير جسم من اتجاه حركته ، حتى إذا استمر يتحرك بنفس السرعة – وهذا ما يحدث لحركة القمر حول الأرض ، فالقوة التى تتسبب فى تغير سرعته هى بالتأكيد قوة جاذبية الأرض .

وأضاف نيوتن إلى ذلك أنه عندما يؤثر جسم (أ) بقوة معينة على جسم آخر (ب) ، فإن (ب) يؤثر على (أ) بقوة مساوية فى المقدار ومضادة فى الاتجاه (القانون الثالث لنيوتن) .

كان النظام الميكانيكى لنيوتن أفضل من كل ما تقدمه إلى درجة لا تسمح بالمقارنة ، ويرجع ذلك إلى سببين : أولهما أنه أسس على نتائج التجارب التى

أجراها جاليليو وغيره ، على حين اعتمدت النظم السابقة على الحدس والتخمين ، وثانيهما أنه تحرر من الاهتمام الخاص بالظروف السائدة على سطح الأرض وأمكنه بذلك أن يهيئ أساسا لصرح علم الفلك الديناميكي الذى شيد عليه – فقد قدم ديناميكا تصلح للسماء مثلما تصلح للأرض ، وعلى أهميته كان مجرد خطوة نحو الحقيقة النهائية ، لأنه يتضمن افتراض أن الأجسام تتحرك فى خلفية من الزمان والمكان المطلقين ، وعندما أتت نظرية النسبية بعد ذلك بمائتين وثلاثين عاما أوضحت أن الطبيعة لا تهيئ مثل تلك الخلفية ، وبعدها بعشر سنوات أوضحت نظرية الكم أن قوانين نيوتن تكون صحيحة فقط إذا طبقناها على المستوى الكبير لظواهر الطبيعة ، ووراء ذلك يقوم عالم بأسره من العمليات الذرية وتحت الذرية لا يخضع لقوانين نيوتن على الإطلاق .

الحتمية الميكانيكية :

أتى هذا النظام الميكانيكى ليلقى بمشكلة الجبرية (الحتمية) فى بؤرة المناقشة وهى المشكلة التى لمسناها فى نهاية الفصل السابق ، فوفقا لقوانين نيوتن يتعرض أى جسم فى العالم (أ) لقوى تؤثر فيه من الجسيمات الأخرى فى العالم (ب) ، (جـ) ، (د) بعضها أوكلها ، هذه القوى قد يكون مصدرها جسيمات متلامسة ، كما يحدث عندما تتصادم كرتا بلياردو ، أو جسيمات تؤثر من بعد عن طريق التجاذب ، مثلما يتسبب القمر والشمس فى المد والجزر فى المحيطات ، وفى كلتا الحالتين يعتمد مقدار القوة المؤثرة فى أى لحظة على مواضع الجسيمات المختلفة فى العالم من المكان عند تلك اللحظة .

ونتيجة ذلك أن التغيرات التى تحدث فى العالم عند أى لحظة تعتمد فقط على حالة العالم عند تلك اللحظة والحالة تحدد بمواضع وسرعات الجسيمات ،

فتغيرات المواضع تحددها السرعات وتغيرات السرعات تحددها القوى ، والقوى بدورها محددة بالمواضع .

فإن أمكننا أن نعرف حالة العالم عند أى لحظة ، فمن الممكن من حيث المبدأ أن نحسب بأدق التفاصيل السلوك والمعدل الذى سوف تتغير به هذه الحالة ، فإذا عرفنا هذا يمكننا أن نحسب الحالة فى اللحظة التالية ثم نعتمد على ذلك كمرحلة انتقالية فنحسب الحالة فى لحظة بعدها وهكذا بغير حدود .

أو كما أوضح لا بلاس فى كتابه « مقالة فى الاحتمالات »سنة ١٨١٢ فإن الحالة الحاضرة للعالم يمكن اعتبارها نتيجة لحالة سابقة وسببا لحالة تالية .

وأضاف إلى ذلك أنه لو عرفت حالة العالم وقت خلقه بأدق تفاصيلها ، وأعطيناها لعالم رياضيات بالغ القدرة والمثابرة ، ففى استطاعته أن يستخلص كل تاريخ المستقبل « فبالبنسبة له لن يكون هناك شىء غير محدد ، فالمستقبل والماضى كلاهما سيصبحان حاضرا أمام عينيه .

وبالرغم من عدم وجود مثل هذا العالم ، فالخلاصة هى أن كل مستقبل العالم متضمن فى هيئته عند خلقه ، وما نسميه تطورا ما هو إلا كشف لما هو موجود بالفعل ، ونحن لا نملك إلا قدرة ضئيلة لتغيير نسق الأمور القادمة ، وكأننا كمن ينسج سجادة على النول وقد أعد رسمها من قبل أو كمن يبسط سجادة ملفوفة لفحصها .

وإذا تحدثنا عن السببية عند «كانت » أو « الاقتران الثابت » عند هيوم فالأمر لا يتجاوز مجرد اختلاف فى الألفاظ لأنه إذا كان النسق فى العالم أن (ا) يعقبها دائما (ب) فمن ذا الذى يعنيه الفارق بين قولنا إن (ا) هو السبب الثابت لـ (ب) ، أو إن (ب) هى النتيجة الثابتة لـ (أ) إن السبب الحقيقى الذى لا خلاف عليه للأشياء جميعها هو الترتيب الذى كانت عليه جسيمات العالم عند

بدء الزمان ، ففى لغة الدين القويم يصح القول بأن الإله قدر كل الأشياء سلفا عند خلقه للعالم وفى لغة العلم يصح بنفس الدرجة القول بأن سبب كل الأشياء يكمن فى ترتيب جسيمات العالم عند أى لحظة ماضية من تاريخه وكل اللحظات تصلح لذلك – ولتكن لحظة خلق العالم فكل ما يهم هو ترتيب الجسيمات وليس الذى رتبها .

مبادئ عامة :

ربما نحتاج لعالم الرياضيات الذى ذكره لا بلاس بما له من المثابرة والمهارة اللانهائيتين لتتبع مستقبل كل جسيم فى الكون ، أما عالم الرياضيات العادى فقد أمكنه أن يكتسب قدرا من المعرفة البسيطة والهامة عن حركات الجسيمات عامة . تعرف « طاقة الحركة » لجسم متحرك على أنها ١ /٢ كتلته مضروبة فى مربع سرعته (١ /٢ك ع ٢) ، وهذه هى كمية الشغل الذى يبذل لتحريك الجسم بالسرعة ع ، وعندما يؤثر جسمان أو أكثر فى حركات بعضهم بأى طريقة ، فإن حاصل الطاقة الكلية يظل ثابتًا ، فإذا لم يؤخذ فى الاعتبار غير طاقة الحركة ، فإن طاقة الحركة الكلية لجميع الأجسام تظل ثابتة طوال التأثير.

ونعود ثانية لنقول إن «كمية حركة » جسم متحرك تعرف بأنها حاصل ضرب كتلته فى سرعة حركته (ك ع) ، وعندما يؤثر جسمان فى بعضيهما تتغير كمية حركة كل منهما ، فإذا كانت الحركة تقتصر على اتجاه واحد فى المكان ، يمكن إظهار أن اكتساب كمية حركة لأحدهما هو خسارة للآخر بنفس المقدار ، بحيث تظل كمية الحركة الكلية ثابتة ، أما إذا لم تقتصر الحركة على اتجاه واحد فى المكان فسيكون الوضع أكثر تعقيدا فلابد أن نتخير ثلاثة اتجاهات متعامدة على بعضها مثل الجنوب – الشمال – الغرب – الشرق ، تحت –

فوق ، وهذا يجزئ حركة كل جسم إلى مكوناتها من الحركة فى كل من الاتجاهات الثلاثة على حدة ، فتعرف كمية الحركة للجسم فى اتجاه الغرب – الشرق مثلا بأنها كتلته مضروبة فى السرعة التى يتحرك بها من الغرب إلى الشرق ، وهكذا ، ويمكننا أن نبين أن كمية الحركة الكلية فى أى من الاتجاهات الثلاثة للجسم بمفرده لن تتغير ، وإذا اخترنا أى اتجاه آخر فى المكان فستكون النتيجة صحيحة أيضا .

ومهما كانت الطريقة التى يتحرك بها عدد من الأجسام ، فإن حركتها ستخضع للمبادئ العامة التى ذكرناها ، فإن كانت الأجسام مكونة من طبيعة بسيطة فهذه المبادئ تقدم لنا حلا شاملا ، بدون أن يدخل فى الاعتبار حركة مكوناتها الجزئية .

لنفرض مثلا أن شاحنة فارغة تزن خمسة أطنان تجرى بسرعة ٥ أميال /الساعة تقترب من شاحنة أخرى ساكنة وزنها عشرون طنا ، ولنفرض أنهما مزودان بجهاز ربط أوتوماتيكى من النوع الأمريكى الذى يهيئ لهما أن تتشابكا عند اصطدامهما ، وبعدها تسيران بسرعة واحدة ، فما مقدار هذه السرعة ؟

نلاحظ أن كمية الحركة للاثنين بعد الاصطدام لابد أن تساوى تماما كمية الحركة قبلها ، بحيث يوزع مقدار كمية الحركة التى كانت لدى الشاحنة التى تزن خمسة أطنان على خمسة وعشرين طنا ، ولذلك فإن الخمس والعشرين طنًا ستتحرك بما يساوى ١/٥ سرعة الشاحنة ذات الخمسة الأطنان ، فالشاحنتان ستسيران معا بسرعة ميل واحد /الساعة .

أما إذا لم يتوفر جهاز الربط الأوتوماتيكى ، فإن المشكلة ستتعقد قليلا ، فالشاحنتان ستتباعدان بعد الاصطدام ، وستتحركان بسرعتين مختلفتين ، وبما

أنه علينا إيجاد قيمة السرعتين المختلفتين بعد الاصطدام ، فسنضع فى اعتبارنا عاملين ، الأول افتراض أنه ليست هناك طاقة تدخل فى الاعتبار سوى طاقة حركة الشاحنتين ، والثانى هو أن طاقة الحركة الكلية بعد الاصطدام تكون مساوية لما قبله ، وباستخدام هاتين العلاقتين نجد أن الشاحنة المحملة ستتحرك للأمام بسرعة ميلين /الساعة ، وأما الفارغة فسترتد للخلف وتتحرك بسرعة ثلاثة أميال /الساعة .

معادلات الحركة :

ليس فى وسعنا أن نحل المشاكل الأكثر تعقيدا بهذا الأسلوب المبسط ، ولكننا نملك مناهج أخرى مشابهة سنحاول أن نضرب لها أبسط الأمثلة .

فى لعبة البلياردو ، تتحرك ثلاث كرات على سطح خشن محدد ببطانة جافة مطاطة ، وتتحرك الكرات بتأثير دفعة شىء خارجى هو عصا البلياردو ، وربما أمكن تتبع حركاتها إذا عاملنا كل كرة على أنها عدد لا نهائى من الجسيمات الدقيقة ، فنبدأ بحساب كيفية جذب أو دفع كل جسيم لجاره ، وبعدها نحسب الحركة الناتجة فى الكرة ككل وهذا بالفعل ما يجب أن نقوم به إذا اقتصرنا على استعمال قوانين نيوتن فى صورتها البدائية التى نشرت بها أصلا ومثل هذه المشكلة قد يتصدى لها عالم الرياضيات الذى اقترحه لابلاس بماله من صبر لا يحد ، ولكنها لا تصلح للبشر الفانين ، فأعمارهم أقصر من ذلك بكثير ، ولا غنى لهم عن مناهج أخرى .

يمكن تحديد موضع أى كرة على سطح المنضدة بقياسين ، هما البعدان بين مركز الكرة وبين حافتين للمنضدة إحداهما على الجانب الطويل والأخرى على الجانب القصير ومثل هذه القياسات تسمى « إحداثيات » ، وبذلك يمكن

تحديد وضع الكرات الثلاث كلها باستعمال ستة إحداثيات .

وهذا لا يضع فى الاعتبار أى حركة لولبية أو دورانية قد تسلكها الكرات ، ويمكننا أيضا أن نحدد توجيه أى كرة بمعرفة قيمة ثلاث زوايا يمكن بدورها أن تعتبر أحداثيات وإن كانت من نوع مختلف قليلا ، وبهذا نرى أن مواضع الكرات ككل ، ومواضع كل الجسيمات فى الكرات يمكن تحديدها بمعرفة مقادير خمسة عشر إحداثيا ، ستة منها تقيس الموضع ، وتسعة تقيس التوجيه ، فإذا عرفنا زيادة على ذلك المعدل الذى يزيد به كل إحداثى ، أصبح لدينا خمس عشرة كمية جديدة تقدم لنا معرفة شاملة عن حركة كل جسيم فى الكرات ، وهذه الكميات الثلاثون تحدد حالة الكرات الثلاث تماما .

وهكذا فإن كل المعرفة التى يطلبها عالم لابلاس الرياضى للتنبؤ بمستقبل حركة العدد اللانهائى من الجسيمات فى الكرات الثلاث متضمنة فى قيم ثلاثين كمية : خمسة عشر إحداثيا وخمسة عشر معدلا لتغيرها ، وكل المعلومات التى يمكنه أن يقدمها لنا عن حالة الكرات عند أى لحظة مستقبلة ، تتضمنها قيم هذه الكميات الثلاثين نفسها عند تلك اللحظة المستقبلة .

توجد فواصل حادة تمكننا من الانتقال من قيم هذه الكميات الثلاثين عند لحظة معينة إلى قيمها عند لحظة تالية ، بدون أن نشغل بالنا بحركات المكونات الجزئية للكرات ، وهناك مناهج مشابهة تسمح بتتبع حركات أى نظام ميكانيكى ، وتظهر القواعد اللازمة لها فى صورة رياضية وتعرف بـ « معادلات الحركة » ، هذه المجموعات من المعادلات ، وضعها فى أشكال مختلفة عدد من الرياضيين أبرزهم موبرتيوس ولا جرانج وهاملتون

Maupertius, Lagrange, Hamilton

ولعل معادلات هاميلتون هى الأدعى للاهتمام ، وهى تظهر على شكل

ثنائيات فكل إحداثى له ثنائى ، وصورة كل ثنائى تظل كما هى بغض النظر عن كون الإحداثى يمثل مسافة أو زاوية أو شىء آخر ، وهذه الصورة من معادلات الحركة تعرف بالصورة الفيصلية أو التلامسية Canonical وفى إمكاننا أن نكشف جانبا مما تعنيه هذه المعادلات بتناول حالة بسيطة ولتكن حركة جسم فى خط مستقيم ، فنحن نعرف كمية حركة الجسم المتحرك على أنها سرعة حركته مضروبة فى كتلته ، وهنا يخبرنا قانون نيوتن الثانى أن كمية حركته تزيد بمعدل مساو للقوة المؤثرة على الجسم وهذه العبارات يمكن صياغتها فى المعادلات الآتية :

الكتلة × السرعة = كمية الحركة :

معدل زيادة كمية الحركة = القوة :

وكل ثنائى من المعادلات الهاملتونية ما هو إلا تعميم لهذا الثنائى من المعادلات ، فالطرف الأول من الثنائى يدلنا على العلاقة بين سرعات الأجسام (أو بمعنى أعم معدلات تزايد الإحداثيات) وبعض الكميات التى توصف بكميات الحركة ، على حين يحدثنا الطرف الثانى عن معدل زيادة كميات الحركة المذكورة فى صورة القوة ، وهذه القوى تشمل أيضا ما يسمى عادة بالقوى الطاردة المركزية - وهذه المعادلة الثانية هى تعميم لقانون نيوتن الثانى للحركة .

الميكانيكا الكلاسيكية

حتى الآن مضينا فى تخيلنا بأن كل الطاقة وكل كمية التحرك الموجودة فى العالم تكمن فى حركة الجسيمات المادية ، وعندما تتحرك هذه الجسيمات يمكننا على ضوء قوانين نيوتن أن نبين أن طاقة الحركة لأى مجموعة من الجسيمات ستحتفظ بقيمة ثابتة خلال التغيرات التى تحدث فى حركة الجسيمات منفردة ،

بشرط ألا تؤثر عليها قوى خارجية ، وهذا هو قانون « بقاء الطاقة » فى أبسط صوره ويصدق أيضا على كمية الحركة الكلية فى أى اتجاه فى المكان وهذا هو قانون « بقاء كمية الحركة » .

ولكن عندما تأخذ فى الاعتبار الجاذبية والتفاعلات الكيميائية والإشعاع والكهرباء والمغناطيسية فلن تظل الطاقة الكلية ولا كمية الحركة الكلية ثابتة .

وفى استطاعتنا أن نزيد الطاقة التى تتحرك بها سيارة بجعلها تنحدر من مرتفع أو بإحراق بعض الوقود فى خزانها ، وليس فى إمكاننا بالتأكيد أن نستمر فى ذلك بغير حدود ، فبعد فترة ستهبط السيارة إلى مستوى سطح البحر أو يفرغ الخزان ، وهذا يدفعنا إلى تصوير الارتفاع فوق مستوى سطح البحر والبترول فى خزان السيارة على أنهما مستودعان للطاقة يمكن من خلالهما زيادة طاقة السيارة إلى أن يستهلكا .

ولكى تكون لدينا صورة متكاملة ، نفترض أن الطاقة يمكن تخزينها فى عدة أشكال مثل الثقل المرفوع فى ساعة الحائط ، أو زنبرك ساعة اليد ، أو المواد الكيماوية المستخدمة فى المركم الكهربى ، أو الفحم الذى نحرقه فى الغلايات ، أو البترول الذى نحرقه فى سياراتنا ، وبإدخال بعض الكميات المعينة للطاقة وكمية الحركة فى الجاذبية والطاقة الكيماوية والكهرباء والمغنطيسية والإشعاع ، وجد فيزيائيو القرن التاسع عشر أنه من الممكن تعريف الطاقة وكمية الحركة بما يجعلها باقيتين أو على الأقل تبدوان كذلك ووجد أنه من الممكن التوسع فى الميكانيكا النيوتونية بهذه الطريقة ومايشبهها لدرجة أنه أمكن تطبيقها على مدى هائل من الظواهر كلها – وهى آمال لم يقدر لها أن تتحقق كما سنرى فيما بعد .

هذا التوسع لميكانيكا نيوتن يسمى عامة « بالميكانيكا الكلاسيكية » ، ونحن هنا لا نتناولها إلا فيما يتصل باهتمامنا الفلسفى العام ، ولذلك نحتاج فى هذا

الموضع إلى أن نعود لهذا المثال المحدد .

لنفرض أننا رجعنا إلى منضدة البليارد التى تحدثنا عنها سابقاً فوجدناها قد تعقدت فى غيابنا ، كانت المنضدة الأصلية مهيئة لتوضيح ميكانيكا نيوتن ، أما المنضدة الجديدة فمهيئة لتوضيح الميكانيكيا الكلاسيكية الأكثر تعقيدا ، لقد وضع بعضهم مغنطيسات بداخل الكرات ، وأيضا بداخل بطانة المنضدة ، وأعد أسلاكا كهربية تتخلل أرضية المنضدة ، وجهز بطاريات ومفاتيح ليولد تيارات كهربية ويتحكم فيها ، فلو أردنا أن نصف حالة هذا النظام بأكمله سنحتاج بالتأكيد إلى ما يزيد على إحداثياتنا الخمس عشرة الأصلية وتؤكد لنا الميكانيكا الكلاسيكية أنه يكفينا لذلك عدد محدود من الإحداثيات وأكثر من ذلك تزودنا بمعادلات حركة للإحداثيات الجديدة .

وأغرب ما فى الموضوع أن هذه المعادلات الحركية الجديدة مشابهة جدا فى صورتها للمعادلات الأساسية البسيطة فى ميكانيكا نيوتن ، وتظهر نفس الرموز القديمة فى المعادلات الجديدة وتدخل فيها بنفس الأسلوب برغم أن لها بالتأكيد معانى مختلفة ، ونتيجة ذلك أن المعادلات الجديدة تسمح بنفس النوع من التنبؤات العامة مثل المعادلات القديمة ، وفى كل ثنائى أساسى من المعادلات القديمة ، وفى كل ثنائى أساسى من المعادلات الهاملتونية تخبرنا إحدى المعادلتين بأن كمية الحركة المرتبطة بإحداثى واحد تتزايد قيمتها بمعدل مساو للقوة التى تعمل على زيادة هذا الإحداثى ، فى حين تحدد المعادلة الأخرى معدل تغير هذا الإحداثى بدلالة كميات الحركة المختلفة .

وهذا التشابه فى التنبؤ يوضح أن الميكانيكا الكلاسيكية فى مفهومها الأساسى نيوتونية ، وأنه مازال من الممكن تصور الطبيعية على أنها جسيمات تتدافع وتتجاذب بتأثير القوى .

التأثير على بعد :

بمجرد أن نشرع فى وضع صورة مفصلة للدفع والجذب تبدأ الصعوبات فى الظهور فعندما تتصادم بليون كرة وتبدأ كلها فى الحركة ، يسهل علينا أن نتخيل أنه فى طرف كل كرة يوجد أحد الجسيمات ، وأن هذا الجسيم يدفع جسيما آخر فى طرف كرة أخرى ، وبذلك تنتقل القوة من كرة لأخرى .

إن مفهوم نيوتن عن القوة يسهل علينا أن نصنع صورة محددة مثالية توضح ما يحدث فى مثل هذه الحالة ولكن الأمر ليس بنفس السهولة فى تصور ما يحدث عندما يتسبب القمر فى المد والجزر أو عندما تحتفظ الشمس بالأرض فى مدارها ، لقد حدد قانون نيوتن للجاذبية « مقدار » القوة المؤثرة بين جسمين كالشمس والأرض ، ولكنه لم يشرح لنا طبيعة القوة ، ولا كيفية عملها من خلال الفضاء الممتد الذى يبدو خاليا ، كيف يمكن للقمر أن يحرك مياه المحيطات بدون سلسلة من الاتصالات المستمرة بين القمر والأرض على هيئة حزمة من الخيوط أو المطاطات أو بدون سائل ينقل الضغط أو التوتر المستمر ؟ أليس من حقنا أن نتساءل : ما الذى يقوم فى الحقيقة بدور الخيوط والمطاطات أو السوائل ؟

طرح نيوتن ومعاصروه مثل هذه الأسئلة فقد كانوا عامة يشعرون بضرورة الإجابة عليها قبل أن يتقبلوا نظرية نيوتن فى الجاذبية ، وفى خطاب شهير أرسله نيوتن إلى بنتلى Bently كتب يقول : « لست أصدق أن المادة الخالية من الحياة أو الإدراك يمكنها أن تعمل أو تؤثر على مادة أخرى بدون وساطة شىء غير مادى وبدون اتصال ثنائى . . . . ولا أن الجاذبية كامنة فى المادة ، وفطرية وجوهرية بالنسبة لها ، لدرجة أن جسما ما يؤثر فى جسم آخر على بعد منه ، ومن خلال

فراغ ، إن هذا بالنسبة لى أمر سخيف جدا حتى أنى لا أصدق أن إنسانا أوتى ملكة مؤهلة للتفكير فى المسائل الفلسفية يمكن أن يقع فيه » .

وبقى السؤال بدون إجابة حتى جاء أينشتين بنظرية النسبية العامة سنة ١٩١٥ وأوضح أنه من المحتمل ألا توجد إجابة أو حاجة إلى إجابة .

رأينا فيما سبق (ص٩٢) أن المكان ثلاثى الأبعاد لا يهيئ هيكلا مناسبا كى تمثل عليه حركة الأشياء ، فعندما يكون عدد من الأشياء فى حالة سكون ، يمكن أن تمثل علاقاتها المكانية فى متصل ذى ثلاثة أبعاد ، وهذا الترتيب إذا أعد بدقة سيكون متكاملا مع نفسه ، « ومفهوما » ، وسيسمح لنا بتمثل كل العلاقات المكانية للأشياء وليس مجرد بعضها – فى ترتيب واحد ، ولكن وجد أن مثل هذا الترتيب لا يكون مناسبا إذا كانت الأشياء تتحرك بسرعة ولا يمكنه أن يمثل كافة الحقائق التى نعرفها بالمشاهدة ولابد لنا أن نضيف بعدا رابعا من طبيعة الزمان العامة إلى الأبعاد الثلاثة للمكان البسيط ونتيجة ذلك هى المتصل رباعى الأبعاد الذى وصفناه على أنه وحدة المكان – الزمان وعندها لا يجوز القول بأن بعدا معينا يمثل الزمان وأن الثلاثة الآخرين يمثلون المكان ، فإن المتصل رباعى الأبعاد يعتبر كلا لا يتجزأ ولابد من معاملته على أنه وحدة ، ومن الممكن أن نأخذ أى اتجاه من الاتجاهات المختلفة ليمثل الزمان ، وسيؤدى دوره بكفاءة بالنسبة لمشاهد يتحرك بالسرعة الملائمة فى المكان .

هذا المتصل رباعى الأبعاد ، الذى كونه اندماج المكان والزمان اندماجا تاما يختلف عن أى منهما فى حاله المنفردة ، وهو يهيئ أنسب هيكل يصلح لمناقشة ظاهرة الجاذبية وتفسيرها ، وفى هذا المتصل تمثل أى كتلة على أنها نقطة فى المكان عند لحظة من الزمان ، وعلى هذا يمكن لأى كتلة جاذبة مثل الشمس تحتل نقطة معينة من المكان عند لحظة معينة من الزمان أن تمثل بموضع نقطة

واحدة منفردة فى المتصل ولتكن (ك) على حين يمثل موضع الكتلة نفسها فى المكان فى لحظات تالية بمواضع نقاط أخرى فى المتصل مثل ل ، م ، ن ، . . . ، وعندما نصل بين تلك النقاط نحصل على الخط ك ل م ن . . . . الذى يسجل المواضع المختلفة التى احتلتها الكتلة خلال فترة من الزمان ، أو خلال الزمان كله إذا أردنا ، ومثل هذا الخط يسمى « خط العالم » World line بالنسبة للكتلة التى تتناولها .

وعندما يصبح مثل هذا الهيكل فى متناولنا ، ستمكن من الحصول على صورة مختصرة كاملة ومثالية للنسق الذى تجرى عليه الأحداث .

نفترض فى البداية أن وجود مثل تلك الكتلة الجاذبة فى المكان والزمان اللذين تمثلهما النقطة (ك) من المتصل يطبع انحناءة على المتصل بجوار النقطة (ك) ، بنفس الطريقة التى تطبع بها كرة من الرصاص أثرها على وسادة حول النقطة التى وضعت عندها ، وعلى هذا فإن الوجود المستمر للشمس سيطبع انحناءة على المتصل فى المنطقة التى تحيط « بخط عالم الشمس » .

وبعد أن قدمنا المتصل بما فيه من انحناءات نجد نظرية النسبية تخبرنا بأن الأجسام الأصغر من مثل تلك الكتلة والتى تتحرك بجوارها – كالكواكب والمذنبات والشهب التى تتحرك بجوار الشمس – تكون خطوط العالم بالنسبة لها مستقيمة أو أقرب ما يمكن من الاستقامة بما يتوافق مع انحناءة المتصل .

هذه العبارة المبسطة تصف النسق الذى تجرى عليه الأحداث تماما ، ونضيف إلى ذلك أنه عند التعرض لأكثر من كتلة جاذبة تختلف الصورة قليلا ، أما إذا لم توجد أى كتلة جاذبة فقد لا تتواجد فى المتصل انحناءات على

الإطلاق* ، أى يصبح خط عالم الجسم مستقيما أى أنه يستمر فى الحركة فى نفس الاتجاه وبنفس السرعة ، وهذا هو قانون نيوتن الأول الذى يظهر الآن كاستنتاج بسيط من نظرية النسبية ، فعندما توجد الكتل الجاذبة سيبدو الجسم وكأنه يتحرك فى مسار منحن ، ولكن هذا الانحناء للمسار الذى يبدو لنا إنما يعكس انحناء المتصل ، لقد رأى نيوتن أن الكوكب يسلك مسارا منحنيًا فى فضاء مستقيم أما نظرية النسبية فتصوره على أنه يسلك مسارا مستقيما فى فضاء منحن .

نلاحظ فى هذا العرض أننا لم نعد نرجع للقوة واصطلاحاتها حتى أن حركات الكواكب وغيرها من الأجسام الجاذبة تقدم مشاكل فى الهندسة وليس فى الديناميكا ، أما مشكلة التأثير عن بعد فقد ألغيت كلية ، لأن الطبيعة قد تفادتها بمناورة بسيطة بأن جعلت الجاذبية تؤثر على الفضاء وليس من خلاله ، ولكن هذا الحل يؤجل الصعوبات فقط فهو يزودنا بوصف جديد ولكنه لا يفسر الحقائق تفسيرا مقنعا .

وفى الوقت نفسه تكتسب مشكلة السببية بعدا جديدا ، فلم يعد مستطاعا أن نقول إن الماضى يخلق الحاضر فلا الماضى ولا الحاضر له معنى موضوعى لأن المتصل رباعي الأبعاد لا يمكن تقسيمه إلى ماض وحاضر ومستقبل ، وكل ما فى إمكاننا هو أن نصرح بأن خطوط العالم لكل الأشياء فى الكون تسير على النسق المبسط الذى وصفناه ، فإن كان لتلك الخطوط وجود حقيقى فى متصل حقيقى فإن تاريخ الكون كله بمستقبله وماضيه على السواء ، محدد تحديدا قاطعا لا رجعة فيه ، أما إذا اعتبرنا خطوط العالم مجرد تركيبات رسمناها لنسهل على

* ليس هناك حاجة للتعرض لإمكان وجود فضاء (مكان) يحتوى فى نفسه بالفطرة على انحناءة فى مدى اتساع الكون فمثل هذه الانحناءة إن وجدت لن تفيد فى مناقشتنا الحالية .

أنفسنا تفهم النسق الذى تجرى عليه الأحداث فنى هذه الحالة سيسهل علينا أن نمد خطوط العالم هذه من ماضينا الذى اكتمل إلى مستقبلنا ، بنفس السهولة التى ننسج بها الأقمشة عندما يكون نمطها معدا على النول ، وفى كلتا الحالتين يكون المستقبل ثابتا مؤكدا ونضطر للتسليم بالجبرية التى لا فكاك منها .

القوى الكهربية والمغنطيسية :

يبدو أن القوى الكهربية والمغنطيسية تؤدى إلى نوع المشاكل نفسها التى تقدمها قوى الجاذبية ، وإن كان ذلك بطريقة سطحية ، تبين التجربة أن جسمين مشحونين بالكهرباء يتجاذبان (أو يتنافران إذا كانت شحنتاهما من النوع نفسه) بقوة تتفق مع قوة الجاذبية فى خضوعها للقانون الرياضى نفسه ، فالقوتان تتناسبان عكسيا مع مربع المسافة .

وينطبق القانون نفسه على القوى المغناطيسية ، فالقطبان المغنطيسيان يتجاذبان أو يتنافران بقوة تتبع هى أيضا قانون التربيع العكسى للمسافة .

وعلى ذلك فلعلنا كنا نتوقع أن تقدم لنا هذه القوى تفسيرا تصويريا على طريقة قوة الجاذبية ، إلا أن مثل هذا التفسير لا وجود له ، والأمل فى اكتشافه بعيد جدا ، لأن القوى الكهربية والمغنطيسية على وجه العموم تقدم مشكلة أعقد من قوة الجاذبية .

والأمر بالنسبة لقوة الجاذبية سهل فهى تقوم بذاتها ، وتشبهها القوى الكهربية والمغنطيسية فى ذلك ما دامت الشحنات الكهربية والأقطاب المغنطيسية ساكنة ، ولكن بمجرد أن تدخل الحركة فى الصورة يتغير الموقف بأسره ، لأن قوى من أنواع جديدة تدخل فى الاعتبار فالشحنات الكهربية المتحركة تولد قوى مغنطيسية إلى جانب القوى الكهربية التى تولدها وهى

ساكنة ، وعندما اكتشفت القوانين الدقيقة التى تتحكم فى هذه العمليات المعقدة من خلال عدد هائل من التجارب عبر عنها كلارك ماكسويل Clerk Maxwell بنجاح فى صورة رياضية بسيطة ورائعة .

فى ذلك الحين ، كان من المفترض أن الفضاء مملوء بالأثير ، وهى مادة تؤدى وظائف من بينها نقل القوى عبر الفضاء ومادام هذا الأثير يمكن اللجوء إليه فمن السهل أن نفهم انتقال قوة إلى مسافة ، فهو مشابه لقرع جرس بعيد بشد حبل مربوط فيه .

كان نسق الأحداث الكهربية معروفا بدقة فى صياغات رياضية ، لهذا كان من الطبيعى أن يحاولوا اكتشاف خواص الأثير عن طريق هذا النسق ، وكان من المسلم به أنه سيثبت أن هذه الخواص ميكانيكية ، فإما أن تخضع جسيمات الأثير لقوانين نيوتن أو تتفق مع مبدأ أعم مثل أقل أداء least action الذى قام كتعميم لقوانين نيوتن ، وفى كلتا الحالتين ستوجد القوى التى تجذب وتدفع ، وحاول فاراداى Faraday وماكسويل ولارمور Larmor وعدد كبير غيرهم أن يفسروا التأثير الكهرومغنطيسى وفق هذه الاصطلاحات ، ولكنهم فشلوا فى جميع المحاولات ، وبدا أن أى خواص للأثير سيستحيل أن تفسر النسق الذى يشاهد فى الأحداث .

ثم جاءت نظرية النسبية لتفسر السبب فى فشلهم ، فالتأثير الكهربى يستغرق فترة زمنية كى ينقل من نقطة فى المكان إلى أخرى ، وأقل فترة لذلك هى التى يستغرقها انتقال الضوء بسرعته المحدودة (ص ٩١) ، وعلى هذا يصح أن نقول إن التأثير الكهرومغنطيسى ينتقل خلال المكان والزمان مجتمعين ، ولكنهم كانوا يملئون المكان وحده بالأثير ، أى أنهم فى تمثلهم التصويرى تكهنوا بوجود تمييز حاد بين المكان والزمان ولو أن مثل هذا التمييز حقيقى لوجب أن تظهر التجربة

صحة الفصل بين الاثنين ، إلا أنه عندما أجرى ميكلسون ومورلى مثل هذه التجربة فشل ذلك الفصل وظهر أن المكان والزمان بالصورة التى افترضوها لا يصدقان مع وقائع الطبيعة .

وعلى هذا الفشل تأسست نظرية النسبية وقدمت مفتاحا لحل الفزورة عندما أوضحت أن نسق الأحداث لا يمكن تغييره بجعل البناء الكهربى يتحرك خلال الأثير المفترض مهما كانت السرعة ، وكان ذلك هو الفرض الأساسى للنظرية والذى أكدته كل التجارب حتى الآن ؛ إن نسق الأحداث لا يمكن تغييره بتغيير سرعة الحركة ، أو فى عبارة أخرى ، يظل نسق الأحداث كما هو سواء وقف العالم ساكنا فى الأثير المفترض أو تعرض لرياح أثيرية تهب عليه بسرعة مليون ميل فى الساعة . وبدا أن ذلك الأثير المفترض غير مهم لنظام الأشياء ، وبعدها تبين بمزيد من المناقشة أنه لا يصلح لأى غرض نافع ولهذا يمكن التخلى عنه ، ولكن ذلك يواجهنا بمشكلة ، فلو أننا تخلينا عن الحبل الذى نقرع به الجرس ، فما الذى سيقرع الجرس ؟

لو أننا أردنا أن نفسر التأثير الكهربى بمصطلحات ميكانيكية ، فلابد أن نفترض أن الميكانيكية ترتبط بالشحنات الكهربية وتتحرك معها عبر المكان ، ولابد أن تمتد خلال المكان كله لأن التجاذب والتنافر بين الإلكترونات يمتد خلال المكان كله ، ويظل كما هو فى كافة الاتجاهات فى المكان ، وزيادة على ذلك لابد أن تظل الميكانيكية كما هى سواء كان الالكترون متحركا أو ساكنا ، لأن نسق الأحدث لا يتغير بالحركة ، ولكن التجربة أظهرت أن الالكترون المتحرك يولد قوى إضافية ليست متساوية بالنسبة للاتجاهات المختلفة فى المكان ، فإذا صورنا الالكترون على أنه يتحرك رأسيا فى المكان تكون هذه القوى محيطة به كحزام حول وسطه .

فالدليل التجريبي المباشر يبين لنا أن القوى التى يبذلها الالكترون (أو أى جسم مشحون) لا يمكن ربطها بأى ميكانيكية متصلة بالجسم ، أو بأى تأثير ينتقل خلال الأثير أو أى وسط يحيط بالجسم ، ولدينا لذلك حالة خاصة مثالية لنسق الأحداث ، مكتوبة بلغة الرياضيات ، ولكن ليس مسموحا لنا بشرحها سواء فى مصطلحات الرياضيات أو فى غيرها .

وهذا ينطبق أيضا على معظم جوانب الميكانيكا الكلاسيكية ، أما الجانب الوحيد الذى نفهمه فى أسلوب تصويرى فهو الجانب النيوتونى الذى يتعامل مع الظواهر الميكانيكية على مستوى مقاييسنا الإنسانية ، وفى الإمكان فهمه لأن ظواهره تؤثر فى حواسنا مباشرة وتفسيره التصويرى يعتمد على مصطلحات القوى التى تماثل ما تقوم به عضلات أجسامنا ، وفكرة مثل تلك القوى مألوفة لعقولنا .

وإذا أردنا أن نضع العمليات الأخرى فى شكل تصويرى ، فلن تتهيأ لنا صورة كاملة بمفردها ، وغاية ما فى وسعنا هو أن ننشئ عددا من الصور الناقصة التى تمثل كل منها جانبا معينا من المدى الواسع لعالم الظواهر ، فمثلا إذا أطلق سيل من الالكترونات على شاشة من كبريتيد الزنك ينتج عدد من الومضات – ومضة لكل الكترون – وقد نصور الالكترونات على أنها مقذوفات أشبه بالرصاصات التى تصيب هدفا ، أما إذا مر السيل نفسه بالقرب من مغنطيس معلق فسنجد أنه ينحرف بمرور الالكترونات قريبا منه ، وعلى هذا يمكن تصوير الالكترونات وكأنها تركيبات أخطبوطية لها لوامس أو « أنابيب من القوة ملتصقة بها من كل اتجاه .

إلا أنه من الخطأ التفكير فى أى الكترون على أنه تركيب كالرصاصة له لوامس ملتصقة على سطحه ، يمكننا أن نحسب كتلة الرصاصة وأيضا كتلة

اللوامس وكلتا الكتلتين ستكونان متطابقتين ، وتتفق كل منهما مع كتلة الالكترون المعروفة ، ولكن لا يمكننا أن نعتبر الالكترون رصاصة بالإضافة إلى لوامس - وإلا أصبحت كتلته ضعف ماكانت ، فإما أن نعتبره رصاصة أو لوامس والصورتان لا تعبران عن جانبين مختلفين من الالكترون ولكن عن وجهتين مختلفين منه ، وهما لا تضافان إلى بعضيهما بل تتبادلان المواقع .

أكثر من هذا فالموقف أعقد مما وصفناه ، لاننا نحتاج إلى صورة لوامس خاصة لكل سرعة من حركة الالكترون على حدة ، حيث تقاس سرعته بالنسبة للمغنطيس المعلق أو أى شيء آخر يؤثر عليه الالكترون المتحرك ، وتفسير ذلك شرحناه من قبل ، فعندما يكون الالكترون ثابتا تكون اللوامس ملتصقة عليه بالتساوى فى كل الاتجاهات ، ولكن الالكترون الذى يعتبر ساكنا بالنسبة لمغنطيس معين قد يعد متحركا بالنسبة لمغنطيس آخر ، فإذا أردنا أن ندرس تأثير الالكترون على هذا المغنطيس الثانى ، فعلينا أن نصوره وكأنما يحيط بوسطه حزام من اللوامس ، أى أننا سنحتاج لصورة مختلفة لكل سرعة من الحركة النسبية والنتيجة أن العدد الكلى للصور يصبح لا نهائيا ، ولن نتمكن من تشكيل الصورة التى نحتاجها حتى نعرف سرعة الالكترون بالنسبة للشيء الذى سيلتقى به .

انهيار الميكانيكا الكلاسيكية

باقتراب القرن التاسع عشر من نهايته أمكن القول بأن الميكانيكا الكلاسيكية لقيت نجاحا كاملا فى تفسير الظواهر والتنبؤ بها عندما تتعلق بالطبيعة على مستوى المقاييس الإنسانية ، وحققت أيضا نجاحا تاما حتى على المستوى

الأكبر فى الفلك ، برغم أنها قد فاتها النجاح الكامل نسبيا فى مجموعة صغيرة من المشاكل التى نأمل الآن فى توضيحها على ضوء النظرية النسبية للجاذبية .

أما على الناحية المقابلة من عالم المقاييس ، فلم يتحقق أى قدر من النجاح ، فعندما كان علم الفيزياء التجريبى مهتما بالعمليات التى تتم داخل الذرة ، كانت الميكانيكا الكلاسيكية تثبت فشلها التام فى ذلك المجال ولعل أبرز فشل قابلته كان مع المشكلة الأساسية لتركيب الذرة .

تركيب الذرة :

قدمت الفيزياء التجريبية مبررات قوية للتفكير فى الذرة على أنها تتركب من مجموعة من الألكترونات وهى جسيمات سالبة الشحنة بالإضافة إلى شىء يحمل الشحنة الكهربية الكافية بالضبط لمعادلة مجموع الشحنات السالبة للألكترونات ، لأن الشحنة الكلية للذرة العادية تساوى صفرا دائما .

والميكانيكا الكلاسيكية ليس فيها ما يهيئ لتركيب من هذا النوع حجما مستقرا فهذه الشحنات لا يمكنها أن تظل ساكنة وإلا تساقطت على بعضها ، كما أنه لا يمكنها أن تستمر فى الحركة وإلا صارت كل منها آلة أبدية الحركة وهو أمر لا تسمح به الميكانيكا الكلاسيكية .

ومهما كان النظام الميكانيكى الذى نتبناه فى النهاية فلابد أن نتوقع منه أن يمكننا من حساب الأحجام الثابتة المستقرة للذرات ، بتجميع ثوابت القوانين المعروفة فى الفيزياء بأى طريقة من الطرق ، ولكن الثوابت المعروفة فى الميكانيكا الكلاسيكية لا يمكن تجميعها بهذه الطريقة وكان فى هذا ما يفترض أنه مازال هناك المزيد من الثوابت الأساسية للفيزياء التى تنتظر الكشف عنها .

مشكلة الإشعاع :

وكان الفشل الآخر البارز للميكانيكا الكلاسيكية أمام مشكلة الإشعاع فى ذلك المجال أعطت تنبؤات على قدر كبير من التعميم متوقعة نتائج حاسمة ، أثبتت المشاهدة خطأها تماما ، ولعلنا نشرح طبيعة ذلك التضارب بمثال بسيط .

تخيل أن كومة من كرات الصلب أطلقت لتنزلق على أرضية من الصلب ، فإذا اصطدمت كرتان منها ، تغيرت سرعتاهما واتجاها حركتيهما ، ولكن هذا الاصطدام لن يغير طاقة الحركة الكلية للكرتين ، ولكن لا مفر من وجود تسرب مستمر للطاقة من عوامل أخرى ، كمقاومة الهواء ، والاحتكاك بالأرضية ، فتستمر الكرات فى فقد الطاقة حتى نجدها بعد فترة غير طويلة وقد سكنت فوق الأرضية ، سيلوح لنا أن طاقة الحركة قد تبددت برغم أننا نعرف حقيقة أن معظمها قد تحول إلى حرارة ، وتتنبأ الميكانيكا الكلاسيكية أن هذا لابد أن يحدث ، وتبين لنا أن طاقة الحركة باستثناء جزء بسيط منها لابد أن تتحول إلى حرارة عندما تسمح الطبيعة بهذا التحول ، وعلى ذلك فالآلات أبدية الحركة مستحيلة من الناحية العملية .

ويمكن باختصار تطبيق أفكار مشابهة على الجزئيات المكونة لهواء إحدى الغرف ، فهى تتحرك بحرية وكثيرا ما تتصادم وكما تتنبأ الميكانيكا الكلاسيكية فإن الطاقة الكلية للحركة سوف تتحول إلى إشعاع ، بحيث نجد الجزئيات بعد قليل ساكنة على الأرضية مثلما حدث لكرات الصلب ولكن ما يحدث بالفعل هو أنها تستمر فى الحركة بطاقة لا تتلاشى مكونة آلات أبدية الحركة تتحدى الميكانيكا الكلاسيكية .

لماذا تواجه الميكانيكا الكلاسيكية مثل هذه الدرجات المختلفة من النجاح أمام هاتين الحالتين ؟

وما الذى يجعلها تفشل هذا الفشل الذريع أمام جزئيات الهواء على حين تعطينا النتائج الصحيحة مع كرات الصلب الإجابة هى أننا ننتقل من أحد العوالم الثلاثة التى سبق تناولها (ص ٦٤) إلى عالم آخر ، من عالم المقاييس الإنسانية إلى عالم الالكترون .

ويمكننا أن نضيف إلى ذلك برغم عدم توفر أى دليل قاطع أن أى مجموعة من الأجسام تتحرك باستمرار فى المكان والزمان ، وتخضع لأى نظام من القوانين وعلى شرط أن تخضع لقانون السببية ، بمعنى أن كل حالة يتبعها دائما حالة أخرى على نمط واحد تكون محصلة حركتها فى النهاية مماثلة لما تنبأت به الميكانيكا الكلاسيكية ، أى لابد أن تتحول كل طاقة الأجسام من المادة إلى الإشعاع وهذه النتيجة الخاطئة ليست مستبعدة على الميكانيكا الكلاسيكية ، لأنها تستنتج أيضًا من خلال مجموعة كبيرة جدا من النظم الميكانيكية الكلاسيكية الممكنة ، ولذلك فلن يمكننا أن نصحح الأمور عن طريق تعديلات طفيفة فى الميكانيكا الكلاسيكية ، إننا فى حاجة إلى تغيير جذرى ، فإما أن نتخلى عن الاستمرار أو السببية فى الميكانيكا الكلاسيكية أو عن إمكانية تمثيل التغييرات على أنها حركات فى الزمان والمكان .

الحركات فى الزمان والمكان :

كونت هذه المفاهيم الثلاثة حجر الأساس للفلسفة المادية والجبرية ، وهى الفلسفة التى بدا أن فيزياء القرن التاسع عشر تؤدى إليها ، وعلى هذا فما إن أصبح من الضرورى رفض أحد هذه المفاهيم حتى بدأت الأبعاد الفلسفية

للفزياء تمر بتحولات هائلة ، لقد انقضى العصر الميكانيكي سواء فى الفيزياء أو الفلسفة ، وعادت المادية والجبرية من جديد مسائل مطروحة للمناقشة على الأقل إلى أن تدلى الفيزياء الحديثة برأيها ، وستناول هذه الفيزياء الحديثة فى الفصلين التاليين ، ومضموناتها الفلسفية فى فصلنا السابع والأخير.

الفصل الخامس

الفيزياء الحديثة

بلانك ، رزرفورد ، بور

نظرة تمهيدية :

بحلول القرن العشرين ، ظهرت فيزياء حديثة ، ينصب اهتمامها على الظواهر التى تقع على مستوى الذرات ومادون الذرات ، وأتت معها بنوع جديد من التنبؤ بظواهر الطبيعة الجامدة ، وكان مقدرًا لها مع الوقت أن تكتسح كافة الصعاب التى أحدقت بالميكانيكا الكلاسيكية القديمة ، وأن لمحة سريعة على المجال الواسع لهذه الفيزياء الحديثة لترينا ثلاث علامات بارزة . نلاحظ أولاً فى بحث نشره الأستاذ بلانك فى برلين ١٨٩٩ أن غايته كانت تصحيح الميكانيكا الكلاسيكية حتى تتناسب مع الحقائق التى نشاهدها فى الإشعاع ، ويبين هذا البحث السبب فى عدم تحول كل طاقة الأجسام إلى إشعاع ، فلقد سبق أن رأينا كيف أن هذا كان يتضمن التخلى عن فكرة الاستمرار أو السببية أو تمثيل الظواهر على أنها تغييرات تحدث فى المكان والزمان ، وبالفعل كان بحثه يبرز ضرورة التخلى عن فكرة الاستمرار ، واقترح كملجأ أخير أن التغيرات فى

الكون لا تتكون من حركات مستمرة فى المكان والزمان ، بل هى على نحو ما غير مستمرة .

لقد صورت الميكانيكا الكلاسيكية عالمًا مكونًا من مادة وإشعاع ، فالمادة تتكون من ذرات والإشعاع من موجات ، أما نظرية بلانك فلجأت إلى تصوير الإشعاع فى صورة ذرية مشابهة لما سبق أن وصفت به المادة ، فافترضت أن الإشعاع لاينطلق من المادة على شكل تيار متصل مثل تيار الماء المتدفق من خرطوم ، بل هو أشبه بطلقات من الرصاص تنطلق من مدفع رشاش ، فالإشعاع ينطلق على هيئة مقادير منفصلة أطلق عليها بلانك اسم الكمات quanta ، وهو أمر له عواقب فلسفية خطيرة كما سنرى .

وإضافة لأفكار بلانك ، افترض الأستاذ نيلز بور Niels Bohr من كوبنهاجن ، أننا لو شاهدنا الجسيمات النهائية للمادة من خلال ميكروسكوب له قوة تكبير بما يكفى لذلك (وهو أمر بعيد عن التحقيق العملى) فإنها ستبدو متحركة ، لا كقطارات تجرى بسلاسة على قضبانها ، بل كحيوانات الكنجر وهى تقفز فى أحد الحقول .

والعلامة البارزة الثانية فى مجال الفيزياء الحديثة ، هى فى إعلان رزرفورد Rutherford وسودى Soddy ١٩٠٣ لقوانين الاضمحلال الإشعاعى الأساسية ، ولم تكن تلك القوانين بأى حال من الأحوال تطويرًا لنظريات بلانك ، بل لقد انقضت أربع عشرة سنة قبل ملاحظة أى علاقة بينهما ، أكدت القوانين الجديدة أن ذرات المواد المشعة تتكسر تلقائيًا ، دون أى صلة بأحوال معينة أو أحداث خاصة ، وهذا ما أحدث شروخًا مفاجئة فى النظرية الكلاسيكية أكثر مما أحدثته قوانين بلانك الجديدة ، فقد ظهر التكسر الإشعاعى كنتيجة ليس لها سبب ، مما يفترض أن القوانين النهائية للطبيعة ليست سببية .

وتمثلت العلامة البارزة الثالثة التى ربطت العلامتين الكبيرتين السابقتين فى البحث النظرى الذى نشره أينشتين ١٩١٧ ، فقد أظهر أن اضمحلال المواد المشعة تحكمه نفس القوانين التى تحكم قفزات الالكترونات الشبيهة بقفزات الكنجر كما وصفها بور ، لقد بدا وكأن الذرات المشعة تحتوى على مزرعة لحيوانات الكنجر تعد أكثر نشاطًا وضراوة من كل ماقابلوه حتى ذلك الحين.

ظهرت القوانين المتحكمة فى القفزات التلقائية لحيوانات الكنجر فى غاية البساطة ، فمن ضمن أى عدد من حيوانات الكنجر تقفز دائماً نسبة معينة فى زمن محدد ، ولاشىء يقدر على تغيير هذه النسبة ، وكذلك فقبل حدوث القفزات ، لايوجد فى عالم الظواهر مايميز هذه الحيوانات التى ستقفز من تلك التى لن تقفز ، وليس لحسن المعاملة أو لسوئها أن يجعل كنجرًا يقفز إن لم يفعل ذلك بمزاجه ، لكى يساعد بذلك فى ملئ الحصة المطلوبة من البيانات التى تحتاجها القوانين الإحصائية ، فإذا ما دخل عدم الاستمرار إلى عالم الظواهر من الباب خرجت السببية من الشباك ، وسنرى فيما بعد لماذا كان هذا ضروريًا.

نظرية الكم لبلانك

بعد هذه النظرة التمهيدية ، نعود فنعرض الموقف بتفصيل أكبر لقد أكدت نظرية بلانك أن الإشعاع ذرى فى تركيبه مثل المادة مع اختلاف جوهرى واحد ، فهناك اثنان وتسعون نوعاً مختلفاً من ذرات المادة فقط – أو أكثر إذا أخذنا فى الاعتبار اختلاف نظائر العنصر الواحد – ولكن أنواع الإشعاع المختلفة عددها لانهائى ، وتتميز باختلاف أطوال موجاتها ، ووجد بلانك أنه من الضرورى أن يفترض وجود عدد لا نهائى من أنواع الكمات أو ذرات الإشعاع ،

بحيث يوجد نوع واحد لكل طول موجة ، وتكون الطاقة التى تحتويها ذرة أوكمة الإشعاع كبيرة إذا كان طول الموجة صغيراً والعكس بالعكس .

والعلاقة بالتحديد هى أن الطاقة تساوى (هـ) من المرات تردد الإشعاع ، وهذا بدوره هو عدد تذبذبات الموجة الكاملة التى تقع فى نقطة معينة فى الثانية ، أو فى تعريف مماثل عدد الموجات الكاملة التى تمر على هذه النقطة فى الثانية – ووجد أن عامل التناسب (هـ) مقدار ثابت عام فى الفيزياء ، يعرف عادة بثابت بلانك ، وبالصدفة تحكم فى الفيزياء الذرية منذ اكتشافه لقد كانت الحاجة ماسة إلى مقدار ثابت مماثل ليعطينا حجماً محدداً للذرة كما رأينا من قبل (ص ١٦٨) ، فقام هذا المقدار الثابت بتلك المهمة .

التأثير الضوئى – الكهربى :

لم تلق نظرية بلانك نجاحا سريعا مع تلك المشاكل المتعلقة بالإشعاع ، والتى وضعت خصيصاً من أجلها وحدها ، ولكن كان فى الطريق تأكيدات أخرى لصدقها أتت من نواح مختلفة تماماً ، لقد كان جانب كبير من الدليل معروفاً منذ فترة ، ولكنه كان فى حاجة لعقل أينشتين كى يبرز أهميته (١٩٠٥) .

الدليل فى أبسط صوره هيأته لنا ظاهرة معروفة « بالتأثير الضوئى الكهربى » ، فعندما تسقط الأشعة فوق البنفسجية (ص ٧٧) فوق سطح معدنى نجد أن تياراً من الألكترونات ينطلق من ذلك المعدن ، فإذا كان الإشعاع يصور على أنه موجات ، فلن نجد صعوبة فى توضيح السبب فى حدوثه ، فالإشعاع ربما كان يهز الألكترونات فى ذرات المعدن ، فإن كان الإشعاع قوياً بما فيه الكفاية تتفكك الألكترونات من روابطها بالذرات ، مثلما تنفك المراكب

من مراسيها فى البحر العاصف ، فإن كان هذا هو التفسير الصحيح فإن إضعاف الإشعاع لابد أن يتبعه انطلاق الالكترونات بطاقة أقل ، أو عدم انطلاقها ، ولكن الذى يحدث هو أن إضعاف الإشعاع برغم إنقاصه لعدد الألكترونات المنطلقة فإنه يترك طاقة كل الكترون بمفرده على حالها ، والعدد المنطلق يتناسب مع شدة الإشعاع لدرجة أن أضعف تيار من الإشعاع ينتج عنه تسرب عدد محدود من الألكترونات بحيث يتحرك كل الكترون بنفس القوة التى يتحرك بها فى تيار أكبر ينتج عن إشعاع أشد ، كما لو كان الإشعاع وابلاً من المقذوفات التى تخبط بعض الألكترونات فتطلقها وتترك بقيتها بدون أن تمسها .

وزيادة على ذلك وجد أن الألكترون المنطلق تكون طاقته الكلية التى يمتصها من الإشعاع فى جميع الأحوال مساوية لكمة واحدة كاملة من الإشعاع ولا تظهر كل هذه الطاقة فى صورة طاقة حركة ، لأن الألكترون يفقد جزءاً منها فى الفكاك من ذرته ، وجزءاً أكبر فى شق طريقه نحو الخارج عبر باقى الذرات .

رأينا أن الإشعاع ذا التردد المنخفض له كمات طاقتها منخفضة والعكس بالعكس ، وقد يكون تردد الإشعاع منخفضاً إلى درجة أن امتصاص إحدى الذرات لكمته لا يحرر أى الكترون ، وأصغر تردد يبدأ عنده تحرر الكترون يسمى (تردد الابتداء threshold frequency) وعلى هذا فالإشعاع يبدأ فى إطلاق الألكترونات عندما يزيد ترددها على تردد الابتداء ، ومن الطبيعى أن يعتمد مقدار الطاقة اللازمة لتحرير أحد الألكترونات على خواص الذرة التى ينتمى إليها الالكترون ، فالمواد المختلفة لها ترددات مختلفة ، وفى معظم المواد تكون أعلى من ترددات الضوء المرئى ، لدرجة أن كمات ضوء الشمس ، أو نور الحجرة العادية أضعف من أن تفك الالكترونات من الأشياء المألوفة ، ولكنها قد تحمل طاقة تكفى للتسبب فى إعادة ترتيب جزئيات المادة التى تقع عليها وإعادة الترتيب

هذه تعرف بالتأثير الضوئى الكيميائى . وهذا التأثير الكيميائى للفوتونات يفسر لنا السبب فى بهتان ألوان الستائر والمفروشات بتأثير ضوء الشمس الساطع ، كما يفسر السبب فى ضرورة وضع بعض المواد الكيماوية مثل بيروكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) بعيداً عن الضوء الساطع إذا أردنا ألاّ تغير جزئياتها تركيبها ، ويفسر أيضاً لماذا يؤثر الضوءان الأزرق والنفسجى - وهما اللذان لهما أعلى تردد - فى الألواح الفوتوغرافية أكثر من باقى الألوان .

وعندما يكون تردد الإشعاع أعلى من تردد الابتداء تنطلق الألكترونات ، ويجب أن تتناسب طاقة حركتها كما أوضحنا مع الزيادة فى تردد الإشعاع فوق تردد الابتداء ، وقد أكدت التجارب هذا القانون تماماً .

كنا نتناول انتقال الطاقة بالإشعاع من مادة إلى مادة أخرى فى مكان آخر ، والتجربة التى أوردناها أوضحت لنا أن هذا الانتقال يتم دائماً على هيئة كمات كاملة ، وقد أضاف هيزنبرج Heisenberg إلى هذا الموضوع ما يؤكده وهو ما سنفصله فى الفصل التالى .

باختصار وجد هيزنبرج أن حقائق المشاهدة تقودنا حتماً وبصورة ثابتة نحو التركيب النظرى المعروف بميكانيكا المصفوفات Matrix mechanics الذى يبين أن الإشعاع الكلى فى أى موضع من الفضاء لا يمكنه أن يتغير إلا على هيئة كمة مفردة كاملة فى المرة الواحدة ، وهو ما يحدث فى كل انتقال للطاقة عبر المكان وليس فى الظاهرة الضوئية الكهربية وحدها ، فالطاقة تنتقل دائماً على هيئة كمات كاملة وأجزاء الكمة لا وجود لها على الإطلاق .

وهكذا تدخل الذرية إلى صورتنا عن الإشعاع ، تماماً مثلما أدخل اكتشاف الألكترون وشحنته القياسية الذرية إلى صورتنا عن المادة وعن الكهرباء .

ذرية الإشعاع :

فى سنة ١٩٠٥ اقترح أينشتين تمثيلا تصويريًّا لهذا كله ، كان من عدة نواح أثراً من النظرية الجُسَيْمِيّة التى حاول نيوتن من خلالها أن يفسر الضوء قبل ذلك بقرنين .

لقد افترض بلانك أن الذرة لا يمكنها أن تطلق الإشعاع إلا على هيئة وحدات كاملة أو كمات ، أما أينشتين فصور كل كمة مطلقة على أنها تنتقل فى المكان على هيئة وحدة متماسكة لا تنقسم – أو حزمة من الإشعاع لا تتكسر ، وسمى هذه الحزمة « سهم الضوء » برغم أننا اعتدنا أكثر على اسم الفوتون وهو اصطلاح مبهم .

ووفقاً لهذه الصورة يمكننا أن نتصور تيار الإشعاع على أنه رشاش من الفوتونات ، وعندما تسقط على سطح مادى مثل وابل السهام الذى يصيب هدفاً ، فإن كل فوتون سيصيب الكتروناً واحدا على السطح ، وسيحدث تلفاً يقتصر على نقطة الإصابة ، وهذه الصورة تفسر لنا على الفور لماذا لا تتوقف الألكترونات عن الانطلاق عندما نضعف الإشعاع ، ولماذا تؤدى مضاعفة شدة الإشعاع إلى مضاعفة عدد الالكترونات أو بشكل عام لماذا يتناسب الاثنان .

وتبين لنا بعض الاعتبارات البسيطة العامة ، أن الالكترون الطليق – أى غير المرتبط بإحدى الذرات – لا يمكنه أن يمتص أى كمة من الإشعاع ، فإذا أصاب سهم الضوء مثل هذا الإلكترون لابد أن نتصور ذلك مثل تصادم كرتى بليارد ، فهذا التصادم يغير اتجاه حركة كل منهما ، وفى ١٩٢٥ تمكن كومتون Compton وسيمون Simon من أن يصوروا فوتوغرافيًّا مسارات الالكترونات قبل وبعد مثل هذه « التصادمات » ووجدا أن تصور أينشتين عن أسهم الضوء

يفترض بالضرورة أنها تحمل مقادير من الطاقة وكمية الحركة مساوية بالضبط لما تطلبته نظرية الكم .

الطبيعة التماوجية للإشعاع :

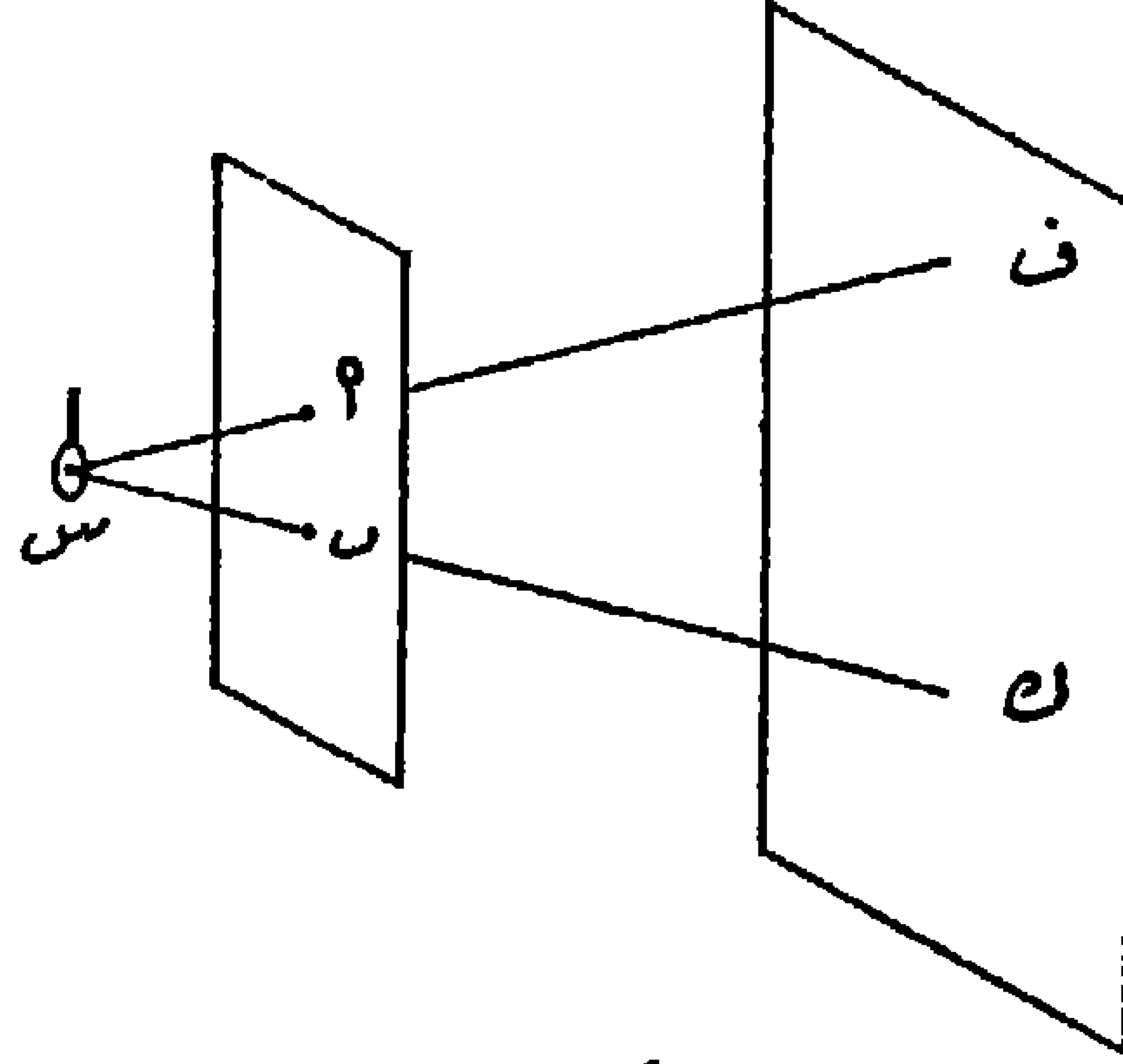
بينما تقدم التجربة الدليل المقنع على أن الإشعاع يطلق ويمتص على هيئة كمات كاملة ، فإنه لا يوجد ما يوضح أن هذه الكمات تنتقل فى الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ كما افترض أينشتين ، وهو أمر لا يمكن أن يتحقق ، لأنه لا يمكن للإشعاع أن يدلنا على وجوده سواء من خلال حواسنا أو أجهزتنا إلا فى نهاية رحلته عندما يتفاعل مع المادة .

ومع ذلك فهناك دلائل كثيرة على أن الضوء لا ينتقل خلال الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ ، بل إن لدينا الدليل على صحة النظرية التماوجية للضوء ، ويكفى لذلك مثال واحد ، يبرز الدليل فى صورة واضحة .

نفترض أن لدينا مصدراً للضوء هو (س) (شكل ١) يشع ضوءاً من لون نقى أى أن له طولاً موجياً واحداً ، ولنتصور أن الشاشة (ا ب) يخترقها ثقبان صغيران عند (ا) و (ب) كما هو موضح ، فلنضع شاشة أخرى خلفها بحيث يلاقى امتداد الخطين (س ا) ، (س ب) الشاشة الثانية عند النقطتين (ف) ، (ك) .

عندما يشع المصدر س ضوءاً ، فلعلنا نتوقع أن نجد النقطتين (ف) ، (ك) مضيئتين على حين يظل باقى الشاشة معتماً ، ومادمنا لم نفحص الشاشة عن قرب فقد نتسرع ونتصور أن الفوتونات قد مرت مثل الأسهم خلال الثقبين (ا) ، (ب) ولكن الفحص الدقيق يبين أن الإضاءة عند (ف) ، (ك) ليست ببساطة مجرد رقعة دائرية صغيرة من الضوء ، كما يفترض تصور

الإشعاع على أنه أسهم ، فعند كلتا النقطتين سنجد نسقاً معقداً يتألف من دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب فيها دوائر مضيئة وأخرى مظلمة .



شكل «١»

وقبل أن نناقش هذه المشاهدة فلنتوسع فى تجربتنا بأن نجعل الثقبين (ا) ، (ب) يقتربان تدريجيًّا ، فى بداية الأمر سنجد النقطتين (ف) ، (ك) تتقاربان ، وعندما تقل المسافة بينهما إلى درجة معينة تنشأ ظاهرة جديدة ، فالنسق الذى سنشاهده لا يمكننا الحصول عليه من خلال الإضافة البسيطة للنسقين الدائريين عند (ف) ، (ك) إن هذين النسقين بدآ يتفاعلان مع بعضيهما ، عند أوضاع معينة ل ا و ب تصبح النقطتان (ف) ، (ك) معتمتين تمامًا ، عند هذه الأوضاع نبقى (ا) ، (ب) كما هما ونسد الثقب (ب) ، سنجد أن النقطة (ف) تنتقل فى التو من حالة العتمة إلى الإضاءة ، فإذا فتحنا (ب) عادت (ف) معتمة مرة ثانية ، وعلى هذا يظهر لنا أن إنقاص الإضاءة يضيف إلى الضوء عند (ف) ، على حين أن زيادتها تنقص من الضوء عند نفس النقطة .

مثل هذه النتائج كما هو واضح لا يمكن أن تفسر إذا تصورنا الفوتونات على أنها أسهم تمر خلال الثقوب ، ولكن النظرية التماوجية تفسرها فوراً ، إنها تدلنا على أن الاستضاءة عند أى نقطة هى حصيلة التأثير المشترك لموجتين الأولى تأتى خلال الثقب (ا) والثانية خلال الثقب (ب) ومن المألوف فى الفيزياء أن تعادل إحدى هاتين الموجتين الأخرى ، ويحدث هذا من انطباق قمة إحدى الموجتين على قاع الأخرى تماماً لدرجة أن يتلاشى تأثير الاثنتين ، وهو ما يعرف « بالتداخل » وهو لا يقدم لنا مجرد تفسير عام للظاهرة بل زيادة على ذلك يمكننا من التنبؤ بالنسق تماماً .

الصورة الجسيْميّة والصورة الموجيّة :

لدينا الآن صورتان متميزتان لطبيعة الإشعاع ، إحداهما تصوره على أنه جسيْمات ، والأخرى على أنه موجات ، ومن الواضح أن الصورة الجُسيْميّة هى الأنسب عندما يسقط الإشعاع على مادة ، وأن الصورة الموجية هى الأنسب عندما ينتقل خلال الفراغ ، ولفترة ما كانت هناك نزعة إلى تصوير الضوء على أنه يتألف من جزء ين ، أحدهما موجى والآخر جُسيْمى ، واتضح الآن أن الأمر ليس على هذا النحو ، فالصورة الموجية والصورة الجُسيْمية لا تصوران شيئيْن مختلفيْن ، بل جانبيْن لشىء واحد ، فهما ببساطة صورتان جزئيتان تتفقان مع وضعين مختلفين فى ظروفهما ، تماماً مثل الصورتين اللتين قدمناهما من قبل (ص ١٦٦) ، وعلى هذا فالعلاقة بينهما علاقة تكامل وليست علاقة إضافة فما إن تظهر خواص الضوء الجُسْيميّة حتى تختفى خواصه الموجية ، والعكس بالعكس ، إن هاتيْن المجموعتيْن من الخواص لا نشاهدهما أبداً معاً ، وعندما نتابع شعاعاً من الضوء أو حتى كمة واحدة منه ، فى مساره ، فلابد أن نتخيل

أن الصورة الموجيّة والصورة الجُسْيميّة تتحكمان فى الموقف بالتبادل .

والصورة الموجيّة تفسر الكثير على أرضها ، لكنها تأتى معها بصعوباتها الخاصة . خاصة وأنه ليس من السهل أن تنتقل من الصورة الموجيّة إلى الصورة الجُسْيميّة لأن كل الموجات تنتشر عند انتقالها فى الفراغ ، ومن ثم يصعب علينا أن نتخيل كيف أن الموجات التى كانت ذات مرة منتشرة كما تخبرنا النظرية التماوجية قد تجمعت وركزت هجومها على جُزيئات منفردة أو الكترونات على النحو الذى نشاهده عندما تلاقى مادة .

لنفرض مثلاً أن المصدر (س) (شكل ١) يشع كمة واحدة من الضوء هذه الكمة إذا انتقلت خلال الفراغ على هيئة موجات كما تقول النظرية التماوجية ، فإن بعضها يمر خلال الثقب (ا) ، وبعضها خلال الثقب (ب) ، على حين تمتص الشاشة (ا ب) أو تعكس الجانب الأكبر من الموجات ، ونحن لا يمكننا أن نتخيل كل هذه الأجزاء المختلفة وقد تجمعت لتوجه طاقتها مجتمعة إلى جزىء واحدٍ من المادة سواء على الجانب القريب من الشاشة (ا ب) أو البعيد عنها مما يظهر صورتنا وكأنها أخفقت تماماً ، ولكن علينا دائماً أن نتذكر أن العمليات الفيزيائية التى تحدث بالفعل ليست فى جوهرها قابلة للتصوير ، كما أن نتائجها لا يمكن الحصول عليها إذا تخيلنا أنها عمليات تجرى فى إطار الزمان والمكان وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه سابقاً من أن هيكل المكان – الزمان فى الميكانيكا الكلاسيكية لا يصلح لكى تمثل عليه الظواهر الطبيعية تمثيلاً كاملاً .

اتخذت النظرية التماوجيّة شكلها الأكثر تحديداً أو النهائى – كما ظن كثيرون – فى النظرية الكهرومغنطيسية للضوء لماكسويل ، وهى النظرية التى فسرت الموجات على أنها قوى كهربية ومغنطيسية مهتزة تنتقل خلال الأثير وعند كل لحظة من الزمان يكون هناك فى كل نقطة من الأثير قوة كهربية محددة حاول

ماكسويل أن يمثلها على أنها « إزاحة » للأثير وقوة مغنطيسية محددة أيضاً ، وهو ما يشبه تماماً البحر العاصف ففى كل نقطة من سطحه نجد ارتفاعاً معيناً فوق مستوى سطحه المتوسط أو انخفاضاً تحته .

ومع التخلى عن المكان المطلق ، لم تعد هذه الآراء مقبولة ، لقد أطاحت نظرية النسبية بالأثير ، ولم تكتف بتوضيح أن الراصدين المختلفين يسجلون قياسات مختلفة للقوى عند نفس النقطة ونفس اللحظة من الزمان ، بل أوضحت أيضاً أنهم كلهم يمكن أن يتساووا فى الصحة ، فما نسميه بالقوى الكهربية والمغنطيسية ليس حقيقة فيزيائية موضوعية ، بل هى تركيبات عقلية ذاتية صنعناها لأنفسنا فى محاولة لتفسير موجات النظرية التماوجية ، ولأنها ابتكرت لتقديم تفسير ميكانيكى لانتشار الضوء ، فإننا نحكم عليها بالإدانة مثل القوى الكهربية والمغنطيسية التى حاولنا بها أن نفسر تأثير شحنة كهربية (ص ١٦٤) بعد إجراء جميع التغيرات الضرورية ولنفس الأسباب ، وعلينا بالتأكيد أن نبحث عن تفسير أفضل لموجات النظرية التماوجية .

موجات من الاحتمالات :

لنرجع إلى التجربة التخيلية (ص ١٨١) التى يقذف فيها مصدر الضوء كمة واحدة من الإشعاع ، لتقع على نقطة أو أخرى من مجموعة من الشاشات الموضوعة بعيداً ، نحن نعرف أن الطاقة الكلية للكمة ستتركز على نقطة واحدة من الشاشة ولكن أى نقطة ؟

الجواب الواضح هو أنها تارة تكون نقطة معينة وتارة أخرى نقطة غيرها وهكذا ، ولا يمكن أن تكون نفس النقطة دائماً والا وجدنا أنه عندما تقذف الكمات بالملايين ، تكون هذه النقطة المفضلة على وجه الخصوص شديدة

اللمعان ، فى حين تغرق كل النقط الأخرى فى ظلام شامل ، والذى يحدث فى الواقع هو أنه عندما تقذف الكمات بالملايين تكون بعض المواضع على الشاشات شديدة اللمعان ، وهذه تدل على المناطق التى ارتطم بها عدد كبير من الفوتونات ، كما يكون بعضها أقل لمعانًا ويدل على المناطق التى ارتطم بها عدد أقل من الفوتونات ، وحتى الأجزاء ذات أقل قدرٍ من الاستضاءة فلابد أن تكون بعض الفوتونات اصطدمت بها .

والآن نركز اهتمامنا على الفوتون المفرد من الإشعاع الذى لا نعرف عنه أكثر من أنه ينتمى إلى الشعاع الأصلى ، يمكننا القول بأن درجة استضاءة أى نقطة على أى شاشة تعطينا قياساً لـ « احتمال » أن تتركز الكمة على هيئة فوتون عند هذه النقطة ، وبهذه الطريقة يصح أن نفسر موجات النظرية التماوجيّة على أنها موجات من الاحتمالات ، فامتداد النظام الموجى فى المكان يحدد المنطقة التى يفترض أن الفوتون ينتقل فيها ، على حين يعطينا تركيز الموجات عند أى نقطة داخل هذه المنطقة مقياساً لاحتمال ظهور الفوتون عند هذه النقطة إذا وضع جسم مادى عندها .

لتقريب ذلك نقول إنه عندما يولد نصف مليون طفلٍ فى إنجلترا فى السنة ، فإن ٢٠٪ منهم يولدون فى لندن ، و٢٪ فى مانشستر و ١٪ فى بريستول وهكذا ، ولكن إذا فكرنا فى طفل واحد يولد فى ثانية واحدة من الزمان فليس فى إمكاننا القول بأن ٢٠٪ منه سيولد فى لندن وأن ٢٪ فى مانشستر وهكذا ، بل يمكننا فقط أن نقول إن هناك احتمالاً قدره ٢٠٪ لولادته فى لندن واحتمالا قدره ٢٪ لولادته فى مانشستر وهكذا ، وإذا تجاوزنا الاختلافات فى معدل المواليد فى المناطق المختلفة ، فإن خريطة الكثافة السكانية لمختلف مناطق إنجلترا ستعتبر أيضا خريطة مبينة لعدد الولادات فى السنة ، أما بالنسبة لحالة الولادة

التى تحدث فى لحظة واحدة ، فهى لا تبين إلا الاحتمالات النسبية لظهور الطفل فى المناطق المختلفة . . ، وموجات النظرية التموجية بدورها عندما تسقط على جسم مادى تهيئ خريط مشابهة جداً لاحتمال ظهور الفوتونات فى المناطق المختلفة من الجسم المادى ، فالموجات إذن تركيبات عقلية ، لا تمكننا من رؤية ما « سوف » يحدث ولكن ما « يجوز » أن يحدث .

موجات من المعرفة :

من الجائز أيضاً وبنفس الأسلوب أن تفسر الموجات على أنها تمثلات لمعرفتنا ، ففى تجربة الفوتون المفرد ، نحن لا نعلم أين يوجد الفوتون ولكن الصورة الموجية تقدم لنا نوعاً من الرسم التخطيطى لما نعرفه ، فنحن نعرف أن الفوتون يجب أن يوجد داخل حيز محدد من المكان ، وهو الحيز الذى تخططه الموجات فى كل لحظة ، وقد نعرف أنه من الأرجح أن يكون فى المنطقة (ا) بدلاً من غيرها (ب) ، فإن صح هذا فالموجات تمثل هذه المعرفة على أنها أشد فى المنطقة (ا) من المنطقة (ب) وهكذا .

هذان التفسيران للموجات : على أنها تمثلات للاحتمال وللمعرفة — من الأفضل أن نشرحهما فى تجربة ذات طابع مثالى تصورها أينشتين وإهرنفست Ehrenfest

تؤدى المرآة الزجاجية العادية وظيفتها لوجود طبقة مفضضة رقيقة على ظهرها تعكس كل الضوء الساقط عليها ، وهذه الطبقة قد تصنع رقيقة إلى الحد الذى تجعل المرآة تعكس جزءاً فحسب من الضوء الساقط عليها ، ولتبسيط الأمور نفترض أنه النصف ، فى حين يخترق باقى الضوء المرآة إلى الناحية الأخرى منها مستمراً فى طريقه كما لو كانت المرآة غير موجودة ، فإذا سقطت حزمة من

الإشعاع على مثل هذه المرآة فعلينا أن نتخيل أن نصف كماتها تنعكس ونصفها يمر خلالها .

ولكن افرض أن كمة واحدة فقط تسقط على المرآة والكمات لا تتجزأ فلابد أن نصور الإشعاع كله سائرا فى أحد الطريقين أو الآخر ، وغاية ما يمكننا قوله هو أن هناك فرصة ٥٠٪ لأن تنعكس ، وفرصة ٥٠٪ لأن تمر.

حتى الآن مازالت الموجات تصور على أنها تمثلات للاحتمال ، فهى تخبرنا بالاحتمالات النسبية لأن تكون الكمة فى أحد الطريقين أو الآخر ، ولنفرض الآن أننا وضعنا شاشة فى طريق الانعكاس ، وسمحنا لكمة واحدة بالسقوط على المرآة كما تقدم ، فإذا انعكست الكمة فسوف تصدم الشاشة ، وفى إمكاننا أن نتقصى ذلك من حيث المبدأ بعدة طرق ميكانيكية وفوتوجرافية ، فإذا أظهر الفوتون نفسه فى طريق الانعكاس فإن شدة الموجات فى الحزمة التى تمر تنقص على الفور إلى الصفر وقد نقول فى تفسير ذلك أن احتمال اقتفاء الفوتون لهذا الطريق قد نقص إلى الصفر ، أو أننا نعرف أن الفوتون ليس فى ذلك الطريق ، أما إذا لم يشاهد أى فوتون يصدم الشاشة فإن الحزمة التى مرت تتضاعف قوتها فوراً ، فى نفس الوقت الذى تنعدم فيه الحزمة المنعكسة وتفسير ذلك كما تقدم .

قد يبدو من الغريب أن تنعدم حزمة من الضوء لمجرد أن نجرى تجربة على مسافة بعيدة غير محدودة ، ولكن الغموض يتلاشى إذا اعتبرنا أن الحزمة هى تمثل لمعرفتنا ، بحيث إذا تغيرت معرفتنا فجأة فلابد للحزمة أن تتغير فجأة هى أيضاً ، ولعلنا نوضح الأمر من خلال قياس بسيط يبين أنه ليس هناك لبس ولا غموض فى الأمر.

نتصور أن سفينة تعبر الأطلنطى من نيويورك إلى سوثامبتون ، فنى اليوم الأول يمكن تحديد موقع السفينة كما هو معتاد بأخذ قراءات ارتفاع الشمس ،

وتبعاً لذلك يقوم الملاح بتسجيل هذا الموقع على خريطة السفينة ، أما إذا كانت السماء ملبدة بالغيوم ، فسوف يلجأ الملاح مضطراً إلى تحديد الموقع بالتقريب معتمداً على الحساب وحده ، فهو على علم بالسرعة التقريبية للسفينة أو المسافة التي قطعتها خلال الماء مسجلة (باللوك) أى جهاز قياس السرعة ، وقد يأخذ فى اعتباره التفاوت فى الحركة الذى يضيفه تأثير التيارات البحرية ، وقد يكون تأثير هذا التفاوت على الموقع فى حدود ٥ أميال فى اليوم ، وفى هذه الحالة لن يتمكن من تسجيل موقعه على الخريطة على هيئة علامة صليب تحدد الموقع فى نقطة بل سيرسم دائرة قطرها ٥ أميال ، وهذه الدائرة تشبه موجات النظرية التماوجية فى أنها تمثل معرفته عن موقعه ، وباستمرار السفينة فى رحلتها ، قد تصور الدائرة المتنقلة على الخريطة كأنها موجة تنتقل خلال الفضاء بسرعة تمثل سرعة السفينة ، وبتجمع الشكوك تزداد الدائرة اتساعاً ، فإذا ظلت الشمس مختفية لليوم الثانى ، فمن الضرورى أن نشير إلى موقع السفينة بدائرة قطرها ١٠ أميال أما إذا استحالت رؤية الشمس طوال الرحلة ، فإن الشك فى موقع السفينة سيزداد باستمرار حتى إذا ما اقتربت السفينة من الساحل قد يكون لزاماً علينا أن نمثل هذا الموقع بعد ٥ أيام بدائرة قطرها خمسون ميلاً ، فلنفرض أنه عندما رسمت مثل تلك الدائرة على الخريطة وجد أن نصفها يقع على ساحل مقاطعة «كورنيش» cornish واعتماداً على أن السفينة لا يمكن أن تكون على البر ، فإن نصف الدائرة هذا يمكن أن يحذف فوراً ، وهذا القدر من المعرفة سينقص من شكنا فوراً إلى النصف ، تماماً مثلما حدث فى التجربة مع المرآة نصف المفضضة ، أما إذا شوهدت السفينة بعدها بلحظات فإن هذه الإضافة الجديدة إلى معلوماتنا ستنقص الشك عملياً إلى الصفر ، وعندها يمكن أن نسجل موقع السفينة بنقطة واحدة .

هذا المثال المناظر يوضح لنا الموقف بالنسبة للفيزياء من نواح مختلفة ، فنحن نعرف من الحياة العملية كيف يقودنا شك إلى آخر ، مثلا : الشك الذى تمكن منا حول موقع السفينة عندما بدأ واستمر فى الزيادة ، هذا الشك جعل من المستحيل أن نحسب بدقة أثر التيارات البحرية التى تعرضت لها السفينة فى اليوم الثانى ، وباستمرار الرحلة ترتب شك على شك ، والصورة الموجيّة للإشعاع تطابق تماماً هذه الخاصية التى يتراكم فيها الشك أو عدم التحديد فى المعرفة ، لأنها خاصية كامنة فى أى مجموعة من الموجات ، فهى تنتشر باستمرار وبذلك تشغل دائماً مكاناً أكبر .

فى هذا المثال ، تمثل السفينة أحد الفوتونات ، ويمثل البحر الفضاء الذى يتحرك فيه الفوتون ، فى حين تمثل الأرض حاجزاً مثل الشاشة (ص ١٨٠) التى تمنع الفوتون من الحركة خلال الفضاء بأكمله ، والبحر والبر والسفينة والفوتونات كلها أشياء موجودة وتتحرك خلال المكان المألوف فى حياتنا اليومية ، وهذا بالفعل هو ما نقصده بالمكان المألوف ، المكان الذى فيه نرى الأشياء من خلال تأثير الفوتونات على شبكية أعيننا ، والذى فيه أيضا نسافر بالسفن ، أما الموجات التى تمثل معرفة الملاح بموقع سفينته فلا تنتقل خلال المكان المألوف ، بل فوق خريطة ملاحية ، وهذه الخريطة هى نوع من التمثيل بالرسم التخطيطى للمكان المألوف ، وعلى نفس النمط فليس المكان الذى تعبره الموجات التى تمثل معرفتنا عن الفوتونات هو المكان المألوف ، ولكنه تمثيل رياضى للمكان المألوف ، وإنْ وُجدت فيه حواجز فإنها تمثل الحواجز الموجودة فى المكان المألوف ، مثل الساحل فى حالة الخريطة الملاحية . وباختصار فإن المكان الخاص بالفوتونات هو المكان الفيزيائى المألوف ، أما المكان الذى تعبره موجات النظرية التماوجية فهو مكان تصورى وهو أمر لابد منه لأن الموجات كما

رأينا هى مجرد تركيبات عقلية وليس لها وجود فيزيائى فعلى .

فإذ ركزنا اهتمامنا على التمثيلات الرياضية فقط ، فلا فارق بين أن نتخيل الموجات منطلقة فى المكان المألوف أو فى مكان تصورى من تركيب عقولنا ، وهو أمر مقبول على شرط أن يكون للمكانين نفس العدد من الأبعاد ، وبسبب احتياج موجات النظرية التماوجية للضوء إلى مكان تصورى ذى أبعاد ثلاثة لتمثيلها ، ظلت أجيال من علماء الفيزياء تطابق بين هذا المكان التصورى والمكان الفيزيائى المألوف وفكروا فى الضوء على أنه موجات تنتقل خلال المكان فى الحياة اليومية وهى الحياة التى نتنقل نحن فيها بالسيارة أو القطار ، وهو ما نراه الآن أمراً يبتعد قليلاً عن المنطق ، إنه يشبه تخطيط جدول السكة الحديد على قضبان القطارات نفسها ومع ذلك فمن الممكن تبرير ذلك إذا اعتبرنا أن الحزمة العادية من الضوء تحتوى على عدد كبير من الفوتونات لدرجة أنه قد يجوز استبدال الاحتمالات بالوقائع . فإذا لجأنا لهذا التبرير فسوف يتطابق المكان الذى تنتقل خلاله احتمالات الفوتونات مع المكان الذى تنتقل خلاله الفوتونات نفسها ، وهو مكان الحياة اليومية ، الذى نرى فيه الأشياء وبهذه الطريقة نعود إلى فكرة انتشار الضوء التى كان يؤمن بها كل علماء الفيزياء على أنها أمر واقع وطبيعى قبل أن تأتى نظرية الكم لتزعجهم .

اتساق الطبيعة :

قبل أن تظهر نظرية الكم ، كان مبدأ اتساق الطبيعة القائل بأن الأسباب المتماثلة تحدث نتائج متماثلة – مقبولا على أنه حقيقة علمية شاملة لا نزاع عليها ، وبمجرد إقرار فكرة ذرية الإشعاع أصبح من الواجب رفض هذا المبدأ .

فى التجربة التى وصفناها (ص ١٨٠) كان مبدأ اتساق الطبيعة يستدعى أن

يصطدم كل فوتون بالشاشة عند النقطة نفسها ولكننا وجدنا الفوتونات تصطدم بالشاشة عند نقط مختلفة ، حتى أننا عندما نطلق كمة واحدة من مصدر الضوء عدة مرات على التوالى سنجد أن التجارب المختلفة تعطينا نتائج مختلفة برغم أن الظروف قبل كل تجربة كانت على مبلغ علمنا متماثلة تماماً .

والأمر نفسه توضحه بدرجة أكبر من الإقناع تجربة المرآة نصف المفضضة ، فإذا ما أطلقنا فوتونات منفردة واحداً تلو الآخر على نفس النقطة من المرآة ، فسوف يخترق نصفها الشاشة ، على حين لا يخترقها النصف الآخر وهكذا وجدنا مرة أخرى أن سلسلة من التجارب المتماثلة لا تعطى نتائج متماثلة .

ربما قام احتجاج بأن اختلاف نتائج التجربتين سببه عدم تطابق الظروف قبل كل تجربة أو فى أثنائها تطابقاً مطلقاً ، فمثلا إذا أطلقنا حبات من البسلة على شبكة من السلك فقد نجد أن نصفها يمر من خلال عيونها على حين يرتطم نصفها الآخر بأسلاك الشبكة ويرتد للخلف أما إذا أطلقنا حبة واحدة . فهناك فرصة ٥٠٪ لأن تمر من الشبكة ، فإذا أطلقنا حبة ثانية مستهدفين أن تلاقى الشبكة بالضبط عند نفس النقطة كالأولى جاعلين ظروف التجربة الثانية مطابقة تماماً للأولى ، فلعلنا بذلك نتأكد أن التجربتين ستعطيان نفس النتيجة ، أى أنه إذا مرت الحبة الأولى من الشكبة فستمر الثانية أيضا ، أما إذا شاهدنا الحبتين تلاقيان مصيرين مختلفين ، فلابد أن نستنتج أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تماماً ، وربما احتج بأن اعتبارات مشابهة لذلك تنطبق أيضاً على التجارب السابقة ، وأنه إذا سارت الكمتان من الإشعاع فى التجربتين على نحوين مختلفين ، فلابد أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تماماً .

إلا أن المقارنة بين ظروف المجموعتين من التجارب ليست دقيقة ، ففى تجربة الشبكة السلكية ، كانت الحبات التى فشلت فى المرور من الشبكة وكذلك كثير

من الحبوب التي مرت منها قد صدمت الشبكة عند نقط مختلفة ، والنقط المحددة التي اصطدمت بها الحبوب وكذلك الزوايا التي اتخذتها في مسارها بعد اصطدامها وكلها تتحكم في مرورها من عدمه كانت مختلفة ، أما في تجربة المرآة فالإشعاع الذي يخترق المرآة يتحرك بأكمله على امتداد نفس المسار ، وهو ما يحدث أيضاً عندما ينعكس ، وعلى هذا فان زوايا هذه المسارات لا تتحدد بمواضع الجُسيْمات المفردة بل باتجاه السطح ككل وهو ما يكفي ليبيّن أن الظاهرة ليست جُسيْميّة أو ذريّة .

هكذا نجد أن ذرية الأشعاع تحطم مبدأ اتساق الطبيعة ، وأن ظواهر الطبيعة لم تعد محكومة بقانون سببي – أو على الأقل إن كانت محكومة به ، فإن الأسباب تقع من وراء سلسلة الظواهر كما نعرفها فإن كنا نتمسك برغبتنا في تصوير أحداث الطبيعة على أنها محكومة بقوانين سببية ، فعلينا أن نفترض وجود طبقة سفلية تقع من وراء الظواهر وعلى هذا فهي بعيدة عن متناولنا ، وفي هذه الطبقة تتقرر الأحداث في عالم الظواهر بكيفيةٍ ما .

لعله من الطبيعي أن نتعجب لماذا كان لمبدأ ذرية الإشعاع عواقب أخطر كثيراً من مبدأ ذرية المادة الذي يماثله ، ولكننا سرعان ما نرى أن مبدأ ذرية المادة يجر عواقب مماثلة تماماً ، والاختلاف الوحيد بينهما هو أن هذه العواقب غابت عنا لفترة طويلة .

مبدأ عدم التحديد :

هناك عاقبة من بين العواقب التي أتت نتيجة لمبدأ ذرية الإشعاع ، كان لها فائدة عظيمة بالنسبة للفيزياء بأكملها ، وعلى الأخص تلك الجوانب التي نتناولها بالمناقشة في كتابنا هذا ، فالفيزياء تعنى بتنسيق معطيات الحس المختلفة ،

التى تصل إلينا من العالم الخارجى الموجود خلف أعضاء الحس ، فإن أمكن للحواس أن تستقبل وتقيس معطيات حسية دقيقة إلى درجة لا نهائية فسوف نتمكن من حيث المبدأ من تشكيل صورة دقيقة تبلغ درجة الكمال لهذا العالم الخارجى ، ولكن حواسنا لها حدودها وقدراتها الخاصة ، وهذه الحدود يمكننا أن نتجاوزها إلى درجة كبيرة إذا استعنا بالأدوات والأجهزة ، فمثلا نعوض النقص فى أعيننا باستعمال التليسكوبات والميكروسكوبات . . إلخ . . ولكن هناك حدوداً أبعد من ذلك لا يمكننا أن نتجاوزها مهما لجأنا للأدوات والأجهزة والسبب فى ذلك أننا لا نستطيع أن نستقبل من العالم الخارجى رسالة تحتوى على معلومات أدق مما يحمله فوتون كامل ، لأن الفوتون ما هو إلا مقدار محدود من الطاقة ، وعلى هذا فليس من حقنا أن نطمع فى دقة لا نهائية لأن أفضل الأجهزة التى نملكها لا تعطينا سوى صورة تقريبية مشوشة وغير مصقولة ، يمكن تشبيهها بالصور التى يكونها الأطفال عندما يلصقون قصاصات من الورق الملون فوق إحدى اللوحات ، وقد نحسب أنه فى استطاعتنا تجنب هذا التعقيد إذا استخلصنا إشعاعاً طول موجته لا نهائى ، فتكون الطاقة التى تحملها كمات هذا الإشعاع صفراً ، وعلى هذا نتوقع من الإشعاع أن يسمح لنا بفحص واكتشاف العالم الخارجى إلى درجة لا نهائية من الدقة والحساسية وهو أمر صحيح إذا اقتصرنا على الاهتمام بقياس الطاقة ، ولكن أى صورة صادقة للعالم الخارجى تحتاج أيضاً إلى قياس دقيق للأطوال والمواضع ، وفى هذا القياس يكون الإشعاع طويل الموجة عديم النفع ، فمثلا عندما نرغب فى قياس أى طول إلى درجة من الدقة تبلغ جزءاً من مليون من البوصة ، لا نستعين بمسطرة مدرجة إلى بوصات فقط ، وعلى نفس الأساس نعامل الكمة التى يساوى طول موجتها بوصة على أنها مسطرة مدرجة إلى بوصات ، أما الكمة التى يكون طول موجتها

لا نهائيًا فتعتبر غير مدرجة على الإطلاق وعلى هذا فعندما نستبدل كمة ذات طول موجى قصير بأخرى ذات طول موجى طويل نغير موضع الصعوبة ولكننا لا نلغيها .

ويمكن أن نشبه ذلك بالصعوبة التى نجدها فى التصوير الفوتوغرافى ، فعندما نصور جسماً يتحرك بسرعة ، فإن الفيلم لا يمكنه أن يسجل ما يصغر عن مقياس حبيبات الفيلم الحساس ، فإذا استخدمنا فيلماً حبيباته كبيرة فلن تظهر التفاصيل الدقيقة للصورة ، أما إذا حاولنا التغلب على مشكلة الدقة باستعمال فيلم حبيباته صغيرة جداً ، فسوف نتخلص من مشكلة لنقع فى أخرى ، فسرعة الفيلم ستنقص كثيراً إلى درجة أنه سيظهر مشوشاً ، لأن موضوع الفيلم يكون قد تحرك كثيراً خلال الفترة التى يلزم تعرضه للضوء خلالها .

سنعود فيما بعد لتناول النتائج الفيزيائية لهذا المبدأ من التفصيل ، أما الآن فلننتقل إلى نتيجة أخرى للحقيقة القائلة بأن معرفتنا عن العالم الخارجى تصل إلينا من خلال تأثير كمات كاملة .

الذات والموضوع :

كان من المفترض أنه فى مشاهدة الطبيعة وكما نجد فى أنشطة حياتنا اليومية ، يمكن تقسيم الكون إلى قسمين منفصلين ومتميزين هما : الذات المدركة والموضوع المدرك ، وكان علم النفس يعد استثناءً واضحاً لتلك القاعدة لأن المدرك والمدرَك ربما كانا نفس الشيء ، والذات والموضوع قد ينطبقان أو يتداخلان ، أما فى العلوم الدقيقة وعلى الأخص الفيزياء ، فقد افترضوا أن الذات والموضوع متميزان تماماً ، حتى أنه يمكننا أن ننتقى أى جزء من الكون ونعده بحيث يكون مستقلاً تماماً فى وصفه عن الشخص الذى يشاهده وأيضاً

عن الظروف الخاصة المحيطة به .

وأوضحت نظرية النسبية سنة ١٩٠٥ فى البداية أن هذا الأمر ليس كما افترضوا تماماً ، لأن الصورة التى يصنعها أى راصد للعالم تعتبر إلى حدٍ ما ذاتية ، وحتى إذا صنع كل الراصدين المختلفين صورهم فى نفس اللحظة من الزمان وعند نفس النقطة من المكان فسوف تختلف الصور ما لم يكن الراصدون يتحركون جميعاً بنفس السرعة ، فعندها فقط تتطابق الصور ، وإلا اعتمدت الصور على ما يشاهده الراصد وعلى سرعته فى الحركة فى أثناء مشاهدته لها .

وأتت نظرية الكمات لتجرنا إلى أبعد من ذلك ، فكل مشاهدة تتضمن انتقال كمة كاملة من الموضوع المدرَك إلى الذات المدرِكة ، والكمة الكاملة تقوم بعمل ازدواج هام بين المُشاهد والمشْهَد لذلك لا يمكننا أن نضع فاصلا تعسفيًّا بين الاثنين ، لأن تلك المحاولة تتطلب منا أن تتخذ قراراً اختياريًّا بشأن النقطة المحددة التى تقسم بين الذات والموضوع ، وهو ما يبعد بنا عن الموضوعية التامة التى تتطلب معاملة المشاهد والمشهد على أنهما طرفان فى تركيب واحد ، فيجب علينا لذلك أن نفترض أنهما يشكلان كلا لا ينقسم ، ويجب أن نضعه فى اعتبارنا عند النظر إلى الطبيعة أو الموضوع أو أى دراسة نقوم بها ، ويبدو الآن أن المشكلة ليست فى الشىء الذى ندركه بل فى عملية الإدراك ذاتها ، والمهم هو العلاقة نفسها بين الذات والموضوع ، وفى عالم الذرات والالكترونات يؤدى هذا التطور الجديد إلى اختلاف ملحوظ ، أما فى دراستنا لعالم المقاييس الإنسانية فيمكننا أن نستمر على عادتنا .

عندما يتابع عالم الفلك حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية ، من خلال ملايين الكمات التى يقذفها الكوكب فى الثانية ، فيمر بعضها خلال التليسكوب الفلكى إلى عينيه ، وبملاحظة الاتجاهات التى تصل منها الكلمات يمكنه تتبع

حركة الكوكب عبر السماء ووصفها ، ولكن انطلاق كل كمة يجعل الكوكب يعانى من ارتداد يغير حركته ، وهذا التغير ضئيل جداً لدرجة أنه يصح إهماله ، أما عندما يحاول الفيزيائى أن يتتبع حركة أحد الالكترونات داخل ذرة ، فليس فى مقدوره أن يكتسب معرفة عن حالة الذرة الداخلية إلا بجعلها تقذف كمة كاملة من الإشعاع ، ولكن قذف كمة من الإشعاع حدث خطير يزلزل الذرة لدرجة تغيير حركة الذرة الكلية ، والنتيجة العملية لذلك هى ذرة جديدة .

قد تهيئ لنا سلسلة من الكمات شرائح من المعلومات عن المراحل المختلفة للذرة ، ولكنها لا تعطينا تسجيلاً عن الحركة المستمرة ، والواقع أنه لا وجود لمثل هذه الحركة المستمرة لكى نسجلها لأن انطلاق كل كمة يكسر الاستمرار .

لهذا السبب فإن البحث حول اتفاق حركة الذرة مع القوانين السببية أمر غير ذى جدوى ، لأن صياغة قانون السببية يفترض مبدئيًّا وجود نظام موضوعى منفصل بحيث يتمكن المشاهد المعتزل من مراقبته دون أن يخل بنظامه ، فإذا راقبنا مثل هذا النظام فى حالة خاصة وفى لحظة معينة ، فلنا أن نتساءل هل يمكن التنبؤ بحالته فى المستقبل أم لا ، ولكن عندما لا يوجد تمييز حاد بين المُشاهد والمشْهَد ، فإن السؤال يصبح عديم المعنى لأن أى مشاهدة سيقوم بها لابد أن تؤثر فى مجرى النظام فى المستقبل .

وتعميماً لما سبق ، نقول إن قانون السببية يكتسب معنى على شرط واحد فقط ، هو أن يكون لدينا جسيْمات لا نهائية الصغر نشاهد بها النظام دون أن نخل به ، وعندما تكون أصغر الأدوات لدينا هى الفوتونات والالكترونات ، فالميكانيكا الكلاسيكية تخبرنا بأن عالم المقاييس الإنسانية تسود فيه السببية ، أما بالنسبة للأنظمة الأخرى فلا معنى للسببية طالما ظلت معرفتنا عن النظام تتحكم فى مجرى أحداثه وتعوقنا عن تتبعه .

أمامنا الآن ست نتائج هامة ترتبت على فكرة ذرية الإشعاع ، بالإضافة إلى الحقائق المقبولة عن النظرية التماوجية للضوء التى ذكرناها ، وهذه هى :

١ - إذا أخذنا الظواهر فى اعتبارنا ، فإن اتساق الطبيعة يختفى .

٢ - تصبح المعرفة الدقيقة عن العالم الخارجى مستحيلة بالنسبة لنا .

٣ - لا يمكن تمثيل خطوات طبيعية بكفاءة داخل إطار المكان والزمان .

٤ - لم تعد التفرقة بين الذات والموضوع محددة أو دقيقة ، والدقة الكاملة يمكننا أن نتوصل إليها فقط إذا أدمجنا الذات والموضوع فى وحدة واحدة .

٥ - طالما أخذنا معرفتنا فى الاعتبار ، فإن السببية تصبح بلا معنى .

٦ - إذا كنا ما نزال نرغب فى التفكير فى أحداث عالم الظواهر على أنها يحكمها قانون السببية فعلينا أن نفترض أن هذه الأحداث حتمية فى طبقة ما من العالم وراء عالم الظواهر ، وعلى هذا فهى بعيدة عن تناولنا .

نظرية (بور) عن الأطياف الذرية :

ننتقل الآن من الاستنتاجات العامة لنظرية الكم إلى تطورات معينة فيها ، أبرزها افتراض (بور) ١٩١٣ بأنها تقدم حلا للغز القديم عن الأطياف الذرية .

فى ١٩١١ وصف (رزر فورد) الذرة على أنها نموذج مصغر للمجموعة الشمسية ، مجموعة من الالكترونات تدور حول نواة متماسكة فى المركز ، ويجب على الالكترون أن يستمر فى حركته المدارية حول النواة كى يتجنب السقوط عليها ، ولكننا رأينا فيما سبق (ص ١٦٨) أن هذه الصورة لا تتفق مع الميكانيكا الكلاسيكية فوفقاً لها سيستمر الالكترون يشع طاقة نتيجة لحركته المدارية ، وبذا سيسقط حلزونياً بالتدريج نحو النواة التى ستمتصه فى النهاية ، ولذلك فالذرات ستكون تركيبات مؤقتة وأحجامها تتبدل وتتعدل باستمرار .

علاجاً لهذه العيوب ، أدخل (بور) فكرة ذرية الطاقة على الذرة نفسها ، ويمكننا أن نشرح هذا جيداً على أبسط أنواع الذرات – ذرة الهيدروجين ، فهى تحتوى على الكترون وحيد منفرد يدور حول النواة ، افترض (بور) أن الذرة لا يمكن أن تكون بأى حجم كان ، بل تكون فقط بالحجم الذى يحتوى على عدد صحيح من الكمات أو الطاقة ، وحتى ذلك الحين كانت طاقة الكمة دائماً تساوى (هـ) من المرات تردد الإشعاع الذى تنتمى إليه الكمة ، ولكن لأنه لا يوجد إشعاع يقدم مقياساً للتردد ، فقد قاس (بور) كماته على أساس التردد الذى يصف به الالكترون مداره .

بهذه الطريقة تجنب (بور) التناقض المستمر فى حجم الذرة والتسرب الدائم للطاقة ، ولكن الذرة لم يبق لها أى فرصة للإشعاع ، على حين أن ذرات الهيدروجين يمكنها بالتأكيد أن تقذف الإشعاع وتمتصه ، لهذا اقترح (بور) أن الالكترون لا يظل إلى الأبد فى نفس المدار من الذرة ، بل إنه قد يقفز من أحد المدارات المسموح بها إلى الآخر ، وتلك هى قفزات الكنجر التى تحدثنا عنها من قبل (ص ١٧٤) ، وللمرة الثانية نقول إن العملية فى تفاصيلها النهائية غير قابلة للتصوير ، فالالكترون عندما يغير مداره ، تتغير الطاقة الداخلية للذرة ، فإما أن تطلق أو تمتص طاقة ، وافترض (بور) أنه فى أى حالة فالطاقة التى تتحرر أو تمتص تكون على هيئة كمة واحدة من الإشعاع ، وهو ما جعل تردد الإشعاع ثابتاً ، وفى كل التطبيقات السابقة لنظرية الكم استخدم قانون (بلانك) الذى ينص على أن الطاقة تساوى (هـ) من المرات تردد الإشعاع عندما يكون التردد معروفاً ، ولكن فى الحالة السابقة استخدمت الصيغة بالطريقة العكسية ، حيث كانت طاقة الفوتون المقذوف معروفة منذ البداية واستخدمت المعادلة لحساب التردد ، وقد وجد أن الترددات المحسوبة بهذه الطريقة تتفق تماماً وبمنتهى الدقة

مع الترددات التى تشاهد فى طيف الهيدروجين .

وهذا الطيف من النوع المعروف فى التحليل الطيفى « بالطيف الخطى » linear spectrum ويظهر كمجموعة من الألوان البراقة على خلفية مظلمة تدل على أن الإشعاع يجزئ نفسه بين عدد من الترددات المحددة بوضوح وفيما بينها لا يوجد أى إشعاع ، وقبل أن يظهر تفسير (بور) كان مفترضاً أن هذه الترددات تدل على حدوث اهتزازات داخل ذرة الهيدروجين مثل ترددات النوتة الموسيقية التى نسمعها عندما يهتز الجرس أو وتر البيانو ، ولكن اتضح الآن أن أصل هذه الترددات مختلف تماماً ، وأن الطاقة المتمثلة فى الطيف لم يطلقها أى اهتزاز أو غيره من الحركة المستمرة ، بل أطلقتها القفزة المفاجئة لأحد الالكترونات إلى مدار ذى طاقة أقل ، ويتحدد تردده بمقدار القوة الدافعة التى تصنع كمة واحدة .

فى السنة نفسها التى أخرج فيها (بور) هذه النظرية الثورية ، قام (فرانك) Franck (وهرتز) Hertz بإمرار حزمة من الالكترونات المتحركة ببطء خلال أحد الغازات ، وقاسا مقدار الطاقة التى منحتها الالكترونات المنفردة لجزيئات الغاز عند التصادم ، ووجدا أن المقادير المختلفة من الطاقة التى فقدتها الالكترونات تساوى دائماً ما يلزم لرفع الذرات من أحد الأوضاع التى تسمح بها نظرية (بور) إلى الآخر ، وهو ما برهن على أن هذه الأوضاع موجودة فى الحقيقة وأن الانتقال بينها يحدث فعلاً .

خلاصة ما سبق أن نجاح نظرية (بور) جعل الذرة تبدو لا كتركيب دائب التغير ، يتسرب منه الإشعاع كما يتسرب الغاز من البالون المثقوب ، بل كتركيب يطلق ويمتص الإشعاع على هيئة حزم عبر لحظات محددة من الزمن ، وعلى هذا فإن طاقة الذرة لا تتغير باستمرار ، ولكنها تقفز فجأة عند تلك اللحظات من

قيمة لأخرى ، ولا يسمح لهذه التغيرات فى الطاقة إلا على هيئة مقادير محسوبة بالضبط ، هذه المقادير تشكل سلسلة من « مستويات الطاقة » مرتبة مثل درجات السلم ، وطاقة الذرة يمكنها أن تنتقل من إحداها إلى الأخرى على حين لا يمكنها أن تظل معلقة فى الهواء بين درجتين ، وعندما تخطو إحدى الذرات إلى مستوى طاقة أقل فإن مكوناتها تعيد ترتيب نفسها فجأة وكأنها بيت هش ينهار .

القوانين الأساسية للنشاط الإشعاعى

كانت العلامة الكبرى الثانية فى الفيزياء الحديثة هى اكتشاف (رزر فورد) (وسودى) للقوانين الأساسية للنشاط الإشعاعى .

فى ١٨٩٨ والسنوات التى تلتها مباشرة ، اكتشف (بيكريل) Becquerel (وآل كورى) مجموعة من المواد أُطلق عليها فيما بعد اسم « المواد المشعة » ، كانت لها خواص فى غاية الغرابة ، فلها القدرة على إتلاف الألواح الفوتوجرافية المحفوظة قريباً منها ، وعلى أن تظل حرارتها دائماً أعلى قليلاً مما يحيط بها ، وبمضى الوقت عرف السبب فى ذلك ، فهذه المواد لا تطلق إشعاعاً عاديًّا يتناسب مع حرارتها فحسب ، بل تطلق أيضاً إشعاعات أخرى من مصادر فى باطن الذرة ، وعند تتبع هذا الإشعاع أو النشاط الإشعاعى كما نسميه إلى أصله ، أو على الأصح أصوله ، حيث تبين وجود ثلاثة إشعاعات ، نجد أنه نتيجة للتفجيرات الداخلية فى باطن الذرة .

وكل ذرة من المواد النشطة إشعاعيًّا يمكن تصويرها كنواة فى المركز تحيط بها مجموعة من الالكترونات ، والنواة المركزية لا يجوز أن نتصورها كجسيم مصمت ، بل كتركيب معقد من عدة مكونات ، وهذه المكونات قد تعيد

ترتيب نفسها فجأة ، وفى ذلك قد تطلق إما جسيْماً ثقيلا (يعرف بجسم ألفا) أو الكتروناً سريع الحركة (يعرف بجسم بيتا β) أوكمة ذات إشعاع تردده عال جداً (وتعرف بآشعة (جاما β) .

وهذه العمليات الثلاث يمكن وضعها تحت الاصطلاح العام : « التحول الإشعاعى » لأن كلا منها يحول الذرة الأصلية النشطة إشعاعيًّا إلى ذرة مختلفة ، وسرعان ما وجد أن أغلب المواد النشطة إشعاعيًّا لكل منها نوعه المميز من الإشعاع ، وكل ذرة من المادة (أ) تتحول إلى ذرة مادة أخرى (ب) ، وهذه إلى ذرة من (جـ) وهكذا . . . وتجاوزاً عن بعض الاستثناءات غير الهامة ، فالقاعدة أن التحول الإشعاعى يسلك طريقاً محدداً موحد الاتجاه بدون تفرعات .

كانت الخطوة التالية هى تقصى السرعة التى تسافر بها إحدى الذرات على هذا الطريق ، فالإشعاع المألوف يطلق بمعدل تحدده درجة حرارة المادة التى تطلقه ، فالمادة الساخنة تطلق الإشعاع بوفرة ، والمادة الباردة تطلقه بقلة ، ولم يكن بعيداً عن العقل توقع حدوث نفس الشىء مع النشاط الإشعاعى الذرى ، ولكن التجربة أوضحت خطأ ذلك ، فإذا أتينا بكتلتيْن متماثليتيْن من إحدى المواد المشعة وسخنًّا إحداهما إلى أقصى درجة حرارة يمكن التوصل إليها فى المعمل ، وبردنا الأخرى إلى أدناها ، فستظلان تشعان بالضبط بنفس المعدل السابق .

ووجد أن هذا نفسه يحدث حتى إن غيرنا كل الظروف الفيزيائية الأخرى ، ففى المللیجرام من الراديوم ، تضمحل ٥٠٠ مليون ذرة كل ثانية ، وكلها تعطى إشعاعها المميز ، ولا يمكن عمل أى شىء للراديوم أو لبيئته لكى نغير عدد الذرات المضمحلة أو خواص الإشعاع الناتج ، وعلى ذلك يجوز أن نصف

الإشعاع بأنه تلقائى بمعنى أن مقداره وخواصه محددة من الداخل لا من الخارج .

وهذا هو القانون الأساسى لكل اضمحلال إشعاعى ، الذى نشره (رزر فورد وسودى) ١٩٠٣ ، وكان يختلف تماماً فى صفاته عن أى قانون طبيعى معروف إلى ذلك الحين ، فأوضح أن الطبيعة تتحرك بخطة مختلفة تماماً عن كل ما يمكن توقعه .

تنشأ أسئلة مثيرة وصعبة عندما نتساءل أى الذرات سيضمحل فى البداية ؟ وأيها سيظل مدة أطول ؟ ففى ثانية معينة توشك ٥٠٠ مليون ذرة على الاضمحلال ، ومن حقنا أن نتساءل ما الذى يحدد الذرات المعينة التى وقع عليها الاختيار ؟ .

لا يكمن السبب فى الحالة الفيزيائية الحالية أو فى بيئة كل ذرة على حدة ، وإلا لكان فى استطاعتنا أن نتحكم فى عدد الذرات التى تضمحل بتعديل الحالة الفيزيائية للراديوم ككلٍ ، وبالتالى حالة كل ذرة على حدة ، ولا يكمن السبب فى التاريخ الماضى للذرات ، وإلا لأعطت الذرات ذوات التواريخ المختلفة معدلات مختلفة من الاضمحلال ، وهو ما يناقض الواقع ، فذرات الراديوم الشابة التى تتكون حديثاً من اضمحلال عناصر أثقل منه يكون معدل اضمحلالها مساوياً تماماً للذرات القديمة المحنكة التى تنجو من وسط مخزون راديوم عمره آلاف السنين ، فالقضية إذن ليست قضية أن الشاب ينجو وأن الشيخ يتهاوى ، بل الأقرب أن نصور ذلك كَسَحْبِ القُرعَةَ ، فالفرص أمام الشاب والمسن متساوية والذرات أشبه ببحارة سفينة غارقة متعلقين بلوح خشبى يسحبون القرعة لتحديد من يكتب له النجاة ، ولكن الطبيعة ليس فيها سحْبُ قُرعة ، وكون الفرصة أمام ذرة بعينها أكبر من غيرها يبدو من وجهة النظر تلك

على أنه حدث ليس له سبب .

لئن كانت الإثارة فى هذا بالنسبة للفيزياء عظيمة وبعيدة المدى ، فهى بالنسبة للفلسفة أعظم بكثير لأنها تلغى السببية من جانب كبير من صورتنا عن عالم الطبيعة ، فليكن لدينا نصف مليون ذرة فى هذه الحجرة ، وقد عرفنا موضع وسرعة حركة كل واحدة عند أى لحظة ، فهل كان عالم الرياضيات الخارق الذى ذكره (لابلاس) يستطيع التنبؤ بمستقبل كل ذرة ؟ ربما كان يستطيع ذلك لو كانت حركة الذرات تخضع للميكانيكا الكلاسيكية ، ولكن القوانين الجديدة تخبره فقط أن إحدى الذرات مقدر لها أن تضمحل اليوم والأخرى غداً وهكذا ، ولا يمكن لأى حساب أن يدله على الذرة التى ستفعل ذلك ، ولعلنا نصور القدر على أنه ينتقى ذراته وفقا لمنهج لم نكتشفه ، فإذا كانت الذرة (أ) تضمحل وتطلق جسيم ألفا α الخاص بها ، فإنه يختلط بالذرات الأخرى ويخل بحركتها بأسلوب معين ، ولكن الأسلوب يختلف إذا كانت الذرة (ب) هى التى تضمحل ، ومهما كانت معرفتنا عن حالة المادة فى إحدى اللحظات فمن المستحيل من حيث المبدأ أن نعرف الحالة التى ستكون عليها فى لحظة مستقبلة .

تركيب أينشتين :

العلامة البارزة الثالثة تم التوصل إليها سنة ١٩١٧ ، عندما ربط (أينشتين) بين قوانين التحول الإشعاعى التى بدت مذهلة وقت اكتشافها وقوانين نظرية الكم (لبلانك) التى تعادلها فى خطورتها .

رأينا كيف يمكن للالكترونات فى الذرة أن ترتب نفسها فى أوضاع جديدة ذات طاقة أكثر أو أقل ، وشبهنا قفزها إلى مواضع ذات طاقة أقل بانهيار منزل

هش من الورق ، ولنتصور الآن كرة مدفع مكونة من ذرات الحديد ودرجة حرارتها ١٠٠٠° فهرنهايت مثلاً ، ففى حين أن غالبية الذرات فى حالة انهيار يكون بعضها فى وضع طاقة أعلى وكأنه بيتٌ من الورق مازال قائماً ، قد تهب الرياح على مدينة صنعت بيوتها من الورق فتطيح ببعضها ، وفى الوقت نفسه تجعل بعض البيوت التى انهارت تقوم ثانية ، أو قد يكون هذا مجرد ما يدور بخيالنا عندما ضربنا المثال ، وشبيه به إلى حدٍ كبير ما يحدث فى باطن كرة المدفع ، فكل جُسَيْم صغير فيها يطلق إشعاعاً فى كل الاتجاهات ، وعندما يسقط هذا الإشعاع على الذرات يغير أوضاعها ، فيجعل بعض بيوت الورق القائمة تنهار وبعض البيوت المنهارة تقوم مرة ثانية ، فإذا كان هذا هو كل ما فى الأمر ، لسهل علينا معرفة عدد بيوت الورق القائمة والمنهارة عند أى درجة حرارة ، ولعرفنا أيضاً نظام الإشعاع ولكن استنتاجات هذا الفرض لا تتفق مع ما تسجله المشاهدة .

حقق أينشتين التوافق الرائع والتام عندما أتى بفرض واحدٍ إضافى ، فافترض أن بيوت الورق القائمة لا يمكنها أن تنهار بتأثير الإشعاع ، ولكنها تنهار أحياناً من تلقاء نفسها ، بنفس الأسلوب ووفق القوانين التى تتحطم بها نويات الذرات فى الاضمحلال الإشعاعى ، حيث يكون معدل الاضمحلال مستقلاً تماماً عن البيئة والظروف الفيزيائية .

وفى هذا الشكل الجديد لا يعنى القانون بظواهر النشاط الإشعاعى المبهمة ولكن بالإشعاع المألوف لنا فى حياتنا اليومية ، فهو يحكم الإشعاع الذى تقذفه الشمس على الأرض نهاراً كما يحكم ضوء المصباح الكهربى الذى ينير خطواتنا ليلاً ، إن كل ذرة فى الكون ليست فقط معرضة للانهيار التلقائى بل هى تنهار

بالفعل على فترات متكررة ، وهكذا اعتزلت الحتمية اعتزالاً تمامًا ليس فقط منطقة النشاط الإشعاعي بل مملكة الفيزياء بأكملها .

الحتمية فى الطبيعة :

حتى ذلك الحين ظل العلم مؤسساً على افتراض أن الطبيعة متسقة ، فالأسباب المتماثلة لها نتائج متماثلة ، فإن ألغينا هذا فسيبدو العلم معلقاً فى الهواء ، بدون تبرير لوجوده أو تفسير لنجاحه ، ولكن نجاح العلم لا جدال حوله وتفسير ذلك موجود بالتأكيد .

هناك وجهان للتفسير ، ففى المقام الأول يقتصر عدم الحتمية الذى توضحه نظرية الكم على خطوات الطبيعة فى عالم المقاييس الصغيرة ، وفى المقام الثانى فحتى هذه الأحداث غير الحتمية تحكمها قوانين إحصائية ، وفى كل ظواهر عالم المقاييس الإنسانية تدخل بلايين الالكترونات والذرات فى الحساب متجمعة ، وعندما نناقش مثل هذه الظواهر كما ندركها يمكننا أن نعاملها إحصائيًّا كمجموعة ، وفى هذه المجموعات تمسك القوانين الإحصائية بزمام الموقف تماماً ، ونتيجة ذلك أن الظواهر يمكن التنبؤ بها تقريباً بنفس الدقة ، كما لو كنا نعرف حركة كل جُسَيم فى المستقبل ، وبنفس الطريقة إذا عرف الإحصائى معدلات المواليد والوفيات . . إلخ للتعداد ففى إمكانه التنبؤ بتغيرات التعداد فى المستقبل ككل دون أن يتنبأ بما سيفعله الفرد الواحد من حيث الولادة أو الوفاة ، وفى عالم المقاييس الإنسانية وما هو أصغر منه كثيراً إلى الحد الذى لا يمكن مشاهدته بأى ميكروسكوب ، سنجد الطبيعة فى كل مظاهرها تؤمن بالحتمية بكل صراحة ، والأسباب المتماثلة لها نتائج متماثلة ، وعلى هذا فقد أعيد الاعتبار لا تساق الطبيعة باستثناء عالم الجُسَيمات لا نهائية الصغر ، ويمكن للعلم

أن يجد مبرراً للفرض الأساسى الذى بنى وجوده عليه ، ونرى لماذا صارت الحتمية متضمنة فى أساليب تفكيرنا ، وكيف أتى (ديكارت) وأتباعه فأعلنوا أنها معرفة « قبلية » apriori شاهدوها بالرؤية الواضحة لعقولهم ، فى حين هى لا تنطبق على مجالات الطبيعة البعيدة عن تناولهم .

الفصل السادس

من الظواهر إلى الحقيقة

بور ، هيزنبرج ، دوبروجلى ، شرود ينجر ، ديراك

ظلت الفيزياء الحديثة التى مررنا بها ، تعتمد فى أساسها على أفكار (نيوتن) ، وليس من الظلم أن نقول إنها حاولت تفسير العالم فى النهاية معتمدة على مصطلحات مادية ، فالعالم جُسَيمات تتعرض للدفع والجذب فى المكان والزمان ، ومع ذلك فقد وجدت الفيزياء الحديثة أنه من الضرورى إلغاء معظم قوى الدفع والجذب فحركة الجُسَيْمات بتأثير هذه القوى لم تعد تعتبر تغيرات تدريجية ، بل هى قفزات فجائية لا يمكن التنبؤ بها ، وبدا أن هذا انتهاك لقانون السببية سواء فيما يتعلق باضمحلال الذرات المشعة ، أو التغيرات التى تحدث داخل الذرات العادية وبدا كأن القدر يتحدى هذا القانون ، فهو ينتقى ذرات معينة كى تضمحل أو تنهار ، وأفعاله تبدو طائشة عندما يبعث بالكون فى طريق أو آخر وفقاً لهواه .

على ضوء هذا فسرت الفيزياء الحديثة عديداً من الظواهر التى بدت فى وقتها غير قابلة للتفسير ، ولكنها لم تحقق النجاح الشامل ، فبينما قدمت تفسيراً كاملاً لأبسط الأطياف كلها طيف الهيدروجين فشلت مع الأطياف الأكثر تعقيداً ،

برغم أن هذا ليس اعتراضاً قاتلاً بالضرورة ، حيث إن بعض التصحيحات الإضافية أو الفروض الجديدة المقدمة من أجل هذا الغرض ad hoc قد تحقق تسوية كاملة وإن كان هذا من المستبعد ، أمَّا ما هو أخطر من ذلك بكثير فهو أن النجاح قد تحقق على حساب التخلى عن الاستمرار والسببية فى نظام الطبيعة ، وإدخال طائفة من القوانين الإحصائية لتحل محل القوانين الدقيقة للميكانيكا الكلاسيكية ، بدون تقديم أى تعليل لضرورة اتباع تلك القوانين الإحصائية .

ليس من الضرورى أن يدعو هذا لاندهاشنا ، فقد رأينا فيما سبق أن أى نظام فى الميكانيكا الكلاسيكية يصور العمليات الفيزيائية على أنها أحداث تجرى فى المكان والزمان لن ينجو من التنبؤات الخاطئة ، وكذلك عندما يفترض وجود السببية والاستمرار فى هذه الأحداث ، وتقدمت نظرية الكم الأصلية (لبلانك) لتتناول ذلك بافتراض حدوث عمليات من نوع جديد للغاية ، ولكن هذه العمليات ظل مفترضاً أنها تحدث فى المكان والزمان ، لهذا كان التخلى عن السببية أو الاستمرار استنتاجاً حتمياً ، ولم يكن هناك ما يدعو للدهشة عندما تبين ضرورة التخلى عن الاثنين ، وهذه الاعتبارات العامة لم تكن متداولة على نطاق واسع ، حتى أن قليلا من العلماء وأقل منهم من الفلاسفة كانوا على استعداد لتقبل عدم الاستمرارية واللاحتمية Indeterminism كخاتمة لنظرية الكم القديمة .

نظرية الكم الحديثة

فى سنة ١٩٢٥ قام هيزنبرج بمحاولة جديدة للحصول على تفسير للأطياف الذرية ، وعلى أسس جديدة تماماً ، فقد توصل بالاشتراك مع (بور) إلى

استنتاج أن عيوب نظرية (بور) السابقة كانت نتيجة افتراض نموذج للذرة مبسط للغاية ، (فبور) أخطأ فى افتراضه بأن الذرة تتكون من جُسَيْمات تتحرك فى المكان والزمان وأن الجُسَيْمات داخل الذرة من نفس نوع الإلكترونات خارجها .

لا يمكننا أبداً أن نشاهد الالكترون مباشرة ، وأقرب مثل لذلك هو غرفة السحاب (لويلسون) Wilson cloud-chamber فهى تمكننا من مشاهدة أثر التكثفات التى يتركها الإلكترون خلفه عندما يشق طريقه خلال جُزَيْئات الغاز بالغرفة ، وهو ما يشبه أثر التكثفات التى تتركها طائرة تطير على ارتفاع شاهق فى السماء عندما لا نتمكن من رؤية الطائرة نفسها ، والأدلة المماثلة على ذلك تتعلق كلها بالإلكترونات الموجودة خارج الذرة فقط ، أما الإلكترون داخل الذرة فلم يشاهده أحد وليس من الممكن مشاهدته ، وليس هناك مبرر سليم لافتراضه أنه يماثل الإلكترون خارج الذرة فقد نشاهد شرارات متطايرة عندما يطرق الحداد قطعة من الحديد ليشكل حدوة حصان ، ولكن لا يستدعى هذا أن نستنتج أن قطعة الحديد هى مجموعة من الشرارات أو أن خصائصها هى نفس خصائص الشرارات المتطايرة فى الهواء .

تقدم لنا بحوث (بور) ما يُعد أسلوباً نموذجيًّا فى التعرض لمشكلات الفيزياء النظرية ، فالخطوة الأولى هى اكتشاف القوانين الرياضية التى تحكم مجموعة معينة من الظواهر ، والثانية هى تصميم نماذج أو صور افتراضية لتفسير هذه القوانين فى مصطلحات الحركة أو الميكانيكا ، والثالثة اختبار الطريقة التى تتصرف بها هذه النماذج فى مجالات أخرى ، وهذا يقودنا إلى التنبؤ بظواهر أخرى وهى تنبؤات قد تتأكد أو قد لا تتأكد عندما تخضع لامتحان التجربة ، فمثلا فسر (نيوتن) ظواهر التجاذب بمصطلح قوة الجاذبية ، وأتى عصرٌ تال

ليشهد إدخال الأثير المضيء فى محاولة لتفسير انتشار الضوء ، وبالتالى الظواهر الكهربية والمغنطيسية ، وفى النهاية أدخل (بور) فكرة القفزات الكهربية محاولاً تفسير الأطياف الذرية ، وفى كل حالة وفت النماذج بأغراضها الأولية ، ولكنها فشلت فى التنبؤ بظواهر جديدة تنبؤاً دقيقاً .

وتقدم (هيزنبرج) لحل المشكلة من زاوية فلسفية جديدة ، فأهمل كل النماذج والصور والأمثلة ، وميز بين المعرفة الأكيدة التى نكتسبها بملاحظة الطبيعة والمعرفة التخمينية التى ندخلها عندما نستخدم النماذج والصور والأمثلة ، ونظراً لأن المعرفة الأكيدة لا تكون إلا عددية ، كان من الضرورى أن تأتى نتائج (هيزنبرج) فى صورة رياضية ولهذا السبب لم تتمكن من الكشف عن الطبيعة الحقيقية للكيانات أو العمليات الموجودة فى الفيزياء .

بدأ (هيزنبرج) بتناول مشكلة الأطياف الذرية فوجد خامته الأساسية من خلال تسجيل طائفة من القياسات لترددات الضوء الذى تشعه ذرات العناصر الكيميائية .

تحقق العلماء من وجود قدر كبير من الانتظام فى هذه الأرقام ، ففى سنة ١٩٥٨ لاحظ (ريتز) Ritz أنها تعبر عن اختلافات فى مجموعة ترددات يمكن اعتبارها أكثر أساسية من هذه الترددات ، فهى من الشكل أ . ب ، ب جـ ، أ . جـ . . . إلخ حيث أ . ب . جـ . . . . هى الترددات الأكثر أساسية ، وعرف فيما بعد أن هذه الترددات الأساسية توجد على هيئة مجموعات ، بحيث ترتبط أعداد المجموعة الواحدة فيما بينها بعلاقة على هيئة متتالية الأعداد الصحيحة ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، وأكثر من ذلك اكتشف (بور) أن الترددات المنتمية لأعدادٍ كبيرة جداً يمكن حسابها بدقة بالرجوع إلى الميكانيكا الكلاسيكية ، فهى ببساطة تعبر عن عدد الدورات الكاملة التى

يدورها إلكترون عادى فى مدار فى ثانية واحدة ، عندما يكون على مسافة كبيرة جداً من نواة الذرة التى ينتمى إليها ، وهذا يعنى أنه عندما يتراجع الكترون إلى مسافة بعيدة من نواة ذرته فإنه لا يكتسب فقط خواص الإلكترون العادى بل أيضاً يتصرف كأنما يخضع للميكانيكا الكلاسيكية ، ومع ذلك فشلت هذه الميكانيكا تماماً فى حساب الترددات الخاصة بالمدارات الصغيرة .

ونشأ موقف مماثل لذلك فى الفلك ، فقد تبين أن قانون الجاذبية (لنيوتن) تنبأ بدقة كبيرة بمدارات الكواكب الخارجية ولكنه فشل مع مدارى عطارد والزهرة وأدخلت نظرية النسبية للجاذبية التعديل اللازم لقانون (نيوتن) وعندما كان (أينشتين) منشغلا بتفاصيل النظرية الجديدة تبين له أن قانون (نيوتن) أعطى نتائج صحيحة عند مسافات هائلة من الشمس ، وعندما ووجه (هيزنبرج) بمشكلة مشابهة ، استفاد من الحقيقة القائلة بأن الميكانيكا الكلاسيكية أعطت نتائج سليمة عند مسافات كبيرة من نواة الذرة ، وبذلك التقت نظرية (هيزنبرج) بعالم الفيزياء القديمة ، لأن الميكانيكا الكلاسيكية أسست على مفهوم الجُسَيْمات المتحركة فى المكان ومن خلال هذا المفهوم دخلت نظرية (هيزنبرج) فى علاقة مع المكان والحركة والجُسَيْمات المادية .

وهكذا التقت نظرية (هيزنبرج) مع الميكانيكا الكلاسيكية ونظرية (بور) فى المناطق الخارجية من الذرة ، أما فى داخل الذرة فقد حاول (بور) الإبقاء على فكرة أن الإلكترون جُسَيم مع تعديل الميكانيكا الكلاسيكية ، أما هيزنبرج فاتخذ طريقاً مضاداً ، فخطوته تتلخص فى الإبقاء على الميكانيكا الكلاسيكية على الأقل من الناحية الشكلية مع تعديل الإلكترون ، وبالفعل تلاشى الالكترون كلية ، وكان هذا أمراً لازماً لأن وجوده يقوم على الاستنتاج لا المشاهدة المباشرة ، ولنفس السبب لا تحتوى النظرية الجديدة على أى ذكر

لذرات أو أنوية أو بروتونات أو كهربية فى أى شكل أو صورة ، فوجود هؤلاء جميعاً مسألة استنتاج ، ولم يكن ممكنا لنظرية (هيزنبرج) بشكلها الرياضى أن تحتك بكل هؤلاء أكثر من احتكاكها بمواضيع بعيدة تماماً كالحديث عن كفاءة أحد التوربينات أو سعر القمح .

ثم قام (بورن) و (جوردان) بتطوير هذه الأفكار رياضيًّا ، وبينا أن الميكانيكا الكلاسيكية تصلح لتفسير كافة الظواهر الطبيعية ، بشرط أن تغطى معانى جديدة تماماً للرموز (ك ، ل) وهى التى استخدمت لوصف موضع وحركة الالكترون ، فالأشياء التى تمثلها هذه الرموز تكتسب صفات جديدة تجعل من المستحيل عليها أن تمثل كمية الحركة أو المسافة البسيطة التى يتحركها جُسَيم ، وهى لم تعد كمية خالصة بأى وجه من الوجوه ، فكل منها أصبح مجموعة كاملة من الكميات .

أهم الصفات الجديدة هى أن حاصل الضرب (ك ل) لم يعد مساويا لحاصل الضرب (ل ك) ، أو فى عبارة أخرى ، لم يعد النظام الذى نقوم فيه بضرب العاملين فى بعضيهما أمراً مهملاً فسوف نجد دائماً أن الفارق بين (ك ل) و (ل ك) يساوى دائماً ثابت بلانك (هـ) مضروباً فى مضاعف عددى ، هذه العلاقة الأخيرة ، بالاشتراك مع المعادلات الأساسية المشتقة بأكملها من الميكانيكا الكلاسيكية تقدم لنا علاقة أو معادلات رياضية تكفى لحل أى مشكلة فى ميكانيكا الكم ، كما أنها على حد المعروف لنا حاليًّا ، تؤدى دائماً إلى الحل الصحيح ، وعلى قدر ما يتوفر لنا من معرفة فى الحاضر فالوصف الحقيقى للنسق الذى تجرى عليه الأحداث يجب أن يعتمد على هذه العلاقة الرياضية .

قد نظن أن ميكانيكا الكم تزيد على الميكانيكا الكلاسيكية فى علاقة واحدة ، هى التى تعطينا قيمة (ك ل) − (ل ك) ، ولكن هذا ليس صحيحاً

لأن (ك ل) – (ل ك) لها قيمة واحدة فى ميكانيكا الكم ، وقيمة مختلفة هى الصفر فى الميكانيكا الكلاسيكية ، والاختلاف الحقيقى هو أن قيمة ك ل – ل ك مذكورة بوضوح فى ميكانيكا الكم ، فى حين تفترض الميكانيكا الكلاسيكية ضمنيًّا أن طبيعة ك ، ل تجعل قيمة (ك ،ل) مساوية تماماً لقيمة (ل ك) .

وحتى إذا اتفقنا على هذا ، فقد نظل على رأينا فى أن ميكانيكا الكم تختلف جذريًّا مع الميكانيكا الكلاسيكية ، لأن (ك ل) – (ل ك) ، تختلف فى قيمتها لدى النظامين ، ولكن هذا ليس صحيحاً ، فعندما نستخدم ميكانيكا الكم لتناول مشكلة على مستوى المقاييس الإنسانية ، تكون ك ، ل كبيرتين لدرجة أن (ك ل) يعد مضاعفاً هائلاً لـ (هـ) ومن ثم لـ (ك ل – ل ك) ، وعلى هذا يجوز القول إنه عندما تكون (ك ل) مقداراً كبيراً يجوز اعتبارها مساوية لـ (ل ك) الأمر الذى يعود بنا للميكانيكا الكلاسيكية .

وهكذا نرى أنه عندما تكون (ك ل) مكرراً كبيراً لـ (هـ) ، فمن الضرورى أن تعطينا ميكانيكا الكم نفس النتيجة التى تعطيها الميكانيكا الكلاسيكية ، أما عندما لا تكون (ك ل) مكرراً كبيراً لـ (هـ) فإن ميكانيكا الكم تقدم توسعاً رائعاً للميكانيكا الكلاسيكية ، إن ميكانيكا الكم (لهيزنبرج) تصدق دائماً ، أما الميكانيكا الكلاسيكية فهى مجرد حالة خاصة منها .

عندما نقوم بحل مسألة اعتماداً على الميكانيكا الكلاسيكية فالجواب الذى نحصل عليه يصور حركة وتغيّراً مستمريْن ، أما فى ميكانيكا الكم فالإجابة تصف حركات قفز وتغيرات من النوع الذى قابلناه فى نظرية (بور) عن ذرة الهيدروجين ، فإذا وصفت حلول الميكانيكا الكلاسيكية كرة تنزلق على مستوى مائل فحلول ميكانيكا الكم تصور الكرة كأنها ترتطم بدرجات أحد السلالم ، ومقدار كل قفزة يتناسب مع (هـ) ، حتى إذا وصلنا إلى مسائل يكون فيها

(ك ل) مكرراً هائلا لـ(هـ) ، فكل قفزة تعتبر صغيرة جداً مقارنة بالحركة الرئيسية لدرجة أن تتابع القفزات لا يمكن تمييزه من الحركة المستمرة وبهذه الطريقة تتحول قفزات ميكانيكا الكم إلى الحركة المستمرة لميكانيكا (نيوتن) .

تمثلات تصويرية :

إذا كان أحد الأنظمة يصف النسق الحقيقى للأحداث ، وهو أمر مؤكد لدينا الآن ، فمن الطبيعى أن نتساءل هل يمكن الحصول على أى تمثيل مصور لهذا النظام . .

أبسط طريقة لذلك هى أن نتخيل أن (ك ، ل) مازالتا تحددان موضع وكمية حركة شيء ما ، وهذا الشيء غير المعروف يتطابق مع الالكترون المألوف عندما يكون على مسافة هائلة من نواة الذرة ، ومع ذلك فليس لذلك قيمة حقيقية لأن عقولنا لا تستطيع أن تتصور أى تركيب تكون فيه (ك ل) مختلفة عن (ل ك) ، أما إن كنّا نرغب فى الحصول على تمثيل مفيد فعلا ، فأمامنا مهمة أولية هى إيجاد نوع من التفسير لكل من (ك و ل) بحيث لا يكون النظام الذى يرتبان عليه أمراً مهملاً ، وأبسط خطوة لذلك هى تصوير (ك و ل) كنوع من العاملات operators ، حيث لا يكون النظام الذى تجرى به العمليات أمراً مهملاً فمثلاً إذا حكمنا على رجل بغرامة قدرها ١٠٠ جنيه ثم صادرنا نصف ثروته ، فإن ذلك يختلف عن مصادرة نصف ثروته ثم تغريمه ١٠٠ جنيه ، فهناك فارق بالنسبة له يقدر بخمسين جنيهاً ، وهو ما يذكرنا بالقيمة (ك ل) – (ل ك) فى نظرية هيزنبرج .

فى مرحلة مبكرة من مراحل التوسع فى النظرية ، وجد (بورن) Born وفينر Weiner أن هناك عوامل بسيطة للغاية تشبع رغبتنا فى ضرورة جعل

(ك ل) – (ل ك) مساوية لكمية ثابتة ، ولكن قبل ذلك أدت محاولات أخرى لتطوير نظرية (بور) إلى إيجاد شكل آخر لنظرية الكم ، هذا الشكل الجديد هو الصورة التى توصف عادة بالميكانيكا الموجية ، وكانت أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية من نظرية هيزنبرج بشكلها الرياضى المجرد ، وأدت إلى صورة للعمليات الذرية لا تختلف كليةً عما قدمه بور من قبل . .

وجد العلماء أن استبدال (ك) و (ل) فى نظرية (هيزنبرج) بتلك العاملات المذكورة يؤدى بنا إلى نفس المعادلات التى وجدوها من قبل تعبر عن الميكانيكا الموجية ، فالميكانيكا الموجية وفقاً لذلك هى التمثيل المصور لميكانيكا الكم (لهيزنبرج) الأكثر شمولاً ، ويمكن البرهنة على أن المضمون الرياضى للميكانيكا الموجية يقف على قدم المساواة مع ميكانيكا الكم (لهيزنبرج) ، وتبينت لنا قدرتها من حيث المبدأ – على حل مشكلة تستطيع ميكانيكا الكم حلها ومع ذلك فعلينا أن نتجنب افتراض أن الاثنين ندان تماماً ، ويجب أن نتذكر دائماً أن ميكانيكا الكم هى عرض للحقائق فى صورة رياضية مجردة ، على حين أن الميكانيكا الموجية هى تمثيل مصور لهذه الحقائق ، والتفاصيل المصورة قد تتفق أو لا تتفق بصدق مع حقائق الطبيعة وقبل أن نشرع فى وصف هذه الميكانيكا الموجية قد يكون من المناسب أن نتعرض لبعض التجارب ذات النتائج الهامة محاولين أن نفهمها .

موجات الكترونية

عندما تعمق العلم فى دراسة تركيب المادة اكتشف العلماء الجزيئات فالذرات فالألكترونات بهذا الترتيب ، وآخر هذه الجُسَيمات وهو الالكترون بدا نهائيًّا ، فلم يجد أى شخص أبداً جزءاً من الالكترون أو من الشحنة الكهربية .

يتكون تيار الكهرباء كالتيار الذى يحمل رسائلنا التليفونية أو يدق أجراسنا الكهربية ، من سيل من الالكترونات ، تتحرك كلها فى الاتجاه نفسه ، ومثل هذه التيارات يمكن أن تمر خلال المواد الصلبة والسائلة والغازية ، ويمكن أيضاً أن تمر عبر الفضاء المفرغ ، وفى هذه الحالة يمكن ترتيب التيار بحيث تتحرك الالكترونات كلها فى مسارات متوازية وبنفس السرعة ، وعندئذٍ يمكن أن تشبه بالرشاش بدلاً من التيار.

إذا وضعت لوحة معدنية رقيقة فى مسار رشاش من هذا النوع ، فلا بد لبعض الالكترونات أن تصدم نويات والكترونات ذرات المعدن ، وبما أنها ستسقط عليها بكل الزوايا الممكنة ، فلعلناكنا نتوقع أن تنحرف مسارات الالكترونات مثلما يتشتت شعاع الضوء عندما يسقط على زجاج مصنفر ، بحيث تخرج الالكترونات من الناحية المقابلة للوحة المعدنية بطريقة فوضوية .

ولكن ما يحدث فى الحقيقة يختلف عن ذلك كثيراً ، فقد اكتشف عالما الفيزياء الأمريكيان (دافيسون Davisson وجرمير Germer) بالصدفة أموراً جديدة لم تكن متوقعة ، فقد بدآ بدراسة قانون تشتت الالكترونات على الأسطح المعدنية ، فكانا يصوبان رشاشا من الالكترونات المتحركة على شريحة من النيكل عندما انكسر جهازهما ، وفى أثناء ترميم الجهاز جعلا النيكل يسخن جداً لدرجة أنه تبلر.

من المعروف أن الأسطح المتبلرة لها صفات خاصة جداً ، فذرات المواد غير المتبلرة ليست مرتبة وفقاً لنسق معين بل هى ملقاة عشوائيًّا ، وكأنها حفنة من الحبوب منثورة على كومة من الرمال ، أما ذرات المواد المتبلرة فمرتبة فى نظام ممتاز ، فهى تتشكل فى نظام هندسى يتألف من مربعات ومثلثات متكررة وهكذا . . وهذه الخاصية لها قيمة عظيمة بالنسبة للفيزياء التجريبية .

كثيرا ما يقوم العلماء بدراسة خواص الضوء باستخدام جهاز يعرف بمحززة الحيـــود Diffractoin-grating ، وهو لوحة معدنية على سطحها خدوش عبارة عن خطوط متوازية على أقصى قدر من النظام والدقة ، بحيث تحتوى البوصة على ١٥,٠٠٠ إلى ٤٠,٠٠٠ خط وعندما ينعكس شعاع من الضوء على مثل هذا السطح ، فإنه يتوزع إلى مكوناته من ألوان الطيف المختلفة ، وكأنه مر من خلال جهاز التحليل الطيفى ، وكلما تقاربت الخطوط المرسومة على سطح المعدن ، أصبحت الإشعاعات الضوئية التى يتعامل معها الجهاز ذات أطوال موجية قصيرة ، لأن التحزيز يصبح بدون تأثير إذا زادت المسافة بين خطين متتاليين عن طول موجات الضوء ، فالضوء الأحمر به ٣٠,٠٠٠ موجة فى البوصة ، والضوء البنفسجى به حوالى ٦٠,٠٠٠ ، ومن السهل أن نتحكم فى أبعاد خطوط التحزيز بما يكفى للتعامل مع مثل هذه الموجات .

ولكن عندما نتناول الأشعة السينية فسنجد أن البوصة الواحدة تحتوى على مئات الملايين من الموجات منها ، بحيث لا يمكن لأى تحزيز أن يتعامل معها إلا إذا كانت أبعاد خطوطه ذات مقاييس ذرية ، ومن الواضح أن الحصول على خطوط بهذه المقاييس باستخدام الأساليب الميكانيكية أمر مستحيل ، ولكن بعض التجارب التى قام بها لوى Laue ١٩١٢ بينت أنه لا حاجة لذلك ، لأننا نجد بالفعل تحزيرات شبه كاملة من هذا النوع الذى ترغب فيه على سطح البللورات حيث تترتب الذرات فى أشكال منتظمة تبلغ درجة الكمال .

أوضحت تجارب كثيرة أن الشقوق والفجوات التى تكونها هذه السلاسل المنتظمة من الذرات ، تجعل سطح البللورة يعمل وكأنه محززة حيود طبيعية للأشعة السينية بطول موجتها المعروف ، وهو ما فتح أمام البحث العلمى مجالات

جديدة ، فقام السير و . هـ . براج W.H.Bragg والسير و . ل . براج W.L.Bragg بالاشتراك مع جيش من الباحثين الآخرين بدراسة ترتيب الذرات فى المواد الجامدة ، اعتماداً على ملاحظة سلوك الأشعة السينية عندما تسقط عليها ، على حين تجمعت معلومات قيمة حول التركيب الداخلى لهذه الذرات عندما قام (سيجبان) Siegbahn وآخرون بقياس أطوال موجات الأشعة السينية الساقطة على ذرات العناصر الكيميائية المختلفة .

ويمكننا الآن أن نفهم ما حدث عندما أطلق (دافيسون) و (جيرمر) رشاش الكترونات على سطح النيكل المتبلر ، لقد وجدا أن الالكترونات المنعكسة لا تتشتت عشوائيًا ، بل تظهر ميلاً ملموساً إلى اتجاهات معينة فى فراغ ، فاستنتجا أن ذلك ينشأ عن الترتيب المنتظم للذرات على سطح النيكل ، ولكن لسوء الحظ لم تكن الألكترونات التى استعملوها تتحرك بسرعة تسمح لدراستهم بالتوصل إلى نتيجتها السليمة .

بعدها بقليل أجرى الأستاذ ج . ب . طومسون G.P.Thomson تجارب مماثلة باستخدام الكترونات أسرع وأساليب أفضل فصنع شرائح رقيقة لا يزيد سمك أحدها على ١٠٠ ذرة ، من معادن متبلرة طبيعيًا ، فكانت هذه الشرائح قوية إلى درجة التماسك وفى نفس الوقت رقيقة إلى حد السماح بنفاذ الألكترونات ، ووجد طومسون أن الألكترونات التى تتحرك بسرعة ٥٠,٠٠٠ ميل فى الثانية تخترق هذه الشرائح ولا تنعكس على أسطحها ، وبتسجيل مواضع الالكترونات بعد اختراقها للشرائح المعدنية على لوح فوتوغرافى ، وجد أن هذه المواضع مرتبة وفق نظام بالغ الدقة ، فهى منسقة على هيئة دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب دوائر مضيئة مع دوائر مظلمة حول النقطة التى كان المفروض أن يصطدم عندها رشاش الالكترونات باللوح الفوتوغرافى فى غياب

الشريحة المعدنية ، وفى هذا دليل على أن الشريحة المعدنية لا تقذف بالكترونات فى شكل فوضوى بل هى تنشر الألكترونات بطريقة شديدة النظام ووجد أن ترتيب الألكترونات مماثل لما قد تصنعه آشعة سينية ذات طول موجة محدد معروف لو أنها مرت خلال الشريحة المعدنية نفسها ، وإذا غيرنا معدن الشريحة بأى معدن آخر ، فإن الترتيب الجديد سيظل مماثلا للترتيب الذى تشكله نفس الأشعة السينية إذا مرت خلال المعدن الجديد .

عند هذه المرحلة قد نجد ما يغرينا لكى نتصور أن الترتيب المنتظم للذرات فى البلورة قد طبع نفسه على رشاش الألكترونات ، ولكن إذا صح أن هذا هو السبب لوجدنا أن وضع لوحين من المادة الصلبة على التعاقب فى طريق رشاش الألكترونات يتسبب فى الحصول على ضعف عدد التشتتات فى المرة الأولى ، ولكن بدلا من ذلك نجد أنه يخفف من تركيز الترتيب ، وهو ما يثبت أن الترتيب نتيجة لإحدى خواص الألكترونات التى تخرج إلى النور بمرور الالكترونات خلال الشريحة المعدنية ، ويؤكد هذا أن الألكترونات يمكن جعلها تنعكس على سطح المعدن ومع ذلك تظهر نفس الترتيب المنتظم .

وفى كلتا الحالتين يتماثل الترتيب مع ما تصنعه الأشعة السينية ، فلابد أن الألكترونات تشترك مع الأشعة السينية فى خواصها التماوجية ومن المؤكد أن سلوك الألكترونات فى كل التجارب وكأنها نوع معين من الإشعاع هو الأشعة السينية يعتبر مصادفة حسابية لأن الأشعة السينية هى الآشعة الوحيدة التى يمكن مقارنة طولها الموجى بالمسافات بين الذرات .

فإذا تغيرت سرعة الرشاش الالكترونى فسوف يتغير الترتيب الذى نحصل عليه ليماثل ما قد تحدثه أشعة سينية ذات طول موجى مختلف ، ووجد أن الطول الموجى يتناسب عكسيًّا مع سرعة الرشاش الألكترونى ، فبإبطاء الالكترونات

يزداد طول موجة الأشعة المناظرة ، ويكون حاصل ضرب طول الموجة فى سرعة الالكترونات مساوياً لثابت بلانك (هـ) مقسوما على كتلة الألكترون ك (ع × جـ = $\frac{هـ}{ك}$) ، إن ظهور ثابت بلانك هنا يدعونا بوضوح لافتراض أن الخواص الموجية للألكترونات يجب أن نربطها بطريقة ما بنظرية الكم وفعلا تنبأ دويرجلى (De Broglie) بالمعادلة التى ذكرناها اعتمادًا على نظرية الكم وحدها ، قبل مشاهدة النسق الموجى على الإطلاق .

هذه هى النتائج التجريبية البحتة ، وقد رأينا فى الفصل السابق كيف أن الإشعاع الذى ظنوا فى الماضى أنه موجات خالصة من الممكن تصوره وكأن له بعض خواص الجُسَيْمات ، فحزمة الإشعاع الساقطة على سطح مادى يمكن تصويرها كرشاش من الفوتونات ، فكل فوتون يحتل نقطة محددة من المكان وله كتلة وطاقة ، والآن نجد أن رشاش الألكترونات الذى ظنوا أنه يتألف كلية من جُسَيْمات ، يمكن تصور أن له بعض خواص الموجات ، على الأقل من حيث امتلاكه لطول موجة خاص به .

الميكانيكا الموجية Wave Mechanics

هذه الموجات هى محور الميكانيكا الموجية وهى فى الوقت نفسه تقدم لنا تمثيلا تصويريًّا لميكانيكا الكم لهيزنبرج ، وبرغم أن تلك الموجات الرياضية التى حسبنا طولها بالمعادلات ليس لها وجود فيزيائى من أى نوع فإنها تدل على وجودها بتجارب تؤكد صدق ميكانيكا الكم وصحة استخدام الميكانيكا الموجية كتمثيل تصويرى لها .

عندما نتعمق فى دراسة خواص هذه الموجات ، فسوف نجد أنها مشابهة

جداً لموجات النظرية التماوجية للضوء ، وهي كما رأينا يصح وصفها أنها موجات من الاحتمالات بحيث يعطينا تركيز الموجات عند أى نقطة مقياساً لاحتمال ظهور فوتون عند هذه النقطة وموجات الألكترونات يمكن تفسيرها بنفس الطريقة .

لتحقيق ذلك فما علينا إلا أن نتخيل أن رشاش الألكترونات فى التجربة السابقة قد أنقصت قوته حتى أصبح يتكون من ألكترون واحد ، ولأن الألكترون الواحد لا يتجزأ ، فلابد أنه سيصدم اللوح الفوتوغرافى عند نقطة واحدة فقط ، وهذه النقطة لابد أنها كانت مسودة فى التجربة الأصلية ، وإلا كان من الضرورى أن نفترض أن الألكترون الواحد يمكنه أن يفعل ما فشلت فيه ملايين الألكترونات وكلما ازداد سواد اللوحة عند أى نقطة ، ازداد عدد الألكترونات التى تصدمها عندها وعلى هذا يزداد احتمال أن يصطدم الألكترون المنفرد باللوحة الفوتوغرافية عند هذه النقطة أى أن موجات الألكترونات مثل موجات الإشعاع يمكن تفسيرها كموجات من الاحتمالات حيث تعطينا شدة الموجات عند أى نقطة مقياساً لاحتمال اكتشاف الكترون عند هذه النقطة .

وفقاً لنظرية بلانك الأصلية ، يعتبر الفوتون مخزونا لطاقة مقدارها (هـ) من المرات تردد موجاته ، ولكن الالكترون أيضاً مخزون لطاقة مقدارها = $ك عـ^{2}$ حيث (ك) كتلة الالكترون ، (عـ) سرعة الضوء ، والمبادئ الأساسية لنظرية الكم تفترض أيضاً أن الطاقة تساوى (هـ) من المرات تردد الموجات ، ولذلك فتردد الألكترونات يساوى $\frac{ك عـ^{2}}{هـ}$ معنى هذا أن $\frac{ك عـ^{2}}{هـ}$ من الموجات الكاملة تمر على النقطة الواحدة فى الثانية « من تعريف تردد الموجة » ، وبما أن كل موجة طولها $\frac{هـ}{ك \times ع}$ حيث (ع) هى سرعة الألكترون ، فالسرعة الكلية للموجات المارة على النقطة الواحدة فى الثانية ستكون $\frac{ك \times عـ^{2}}{هـ} \times \frac{هـ}{ك \times ع}$ أى $\frac{عـ^{2}}{ع}$ ، أى أن موجات الألكترونات تنتقل بسرعة $\frac{عـ^{2}}{ع}$

هذه النتيجة تبدو لأول وهلة مذهلة ، لأنه من المتفق عليه فى الفيزياء أنه لا يوجد شىءٌ مادىٌ يمكنه أن ينتقل أسرع من الضوء ، وعلى هذا فإن (ع) وهى سرعة الألكترون المادى لابد أن تكون أقل من سرعة الضوء (عـ) ، والنتيجة أن $\frac{\text{عـ}^{2}}{\text{ع}}$ وهى سرعة الموجات الألكترونية ستكون ولابد أكبر من سرعة الضوء ، وهو برهان كافٍ منذ البداية ، على أن هذه الموجات لا تنقل معها أى شىء مادى ، فالاحتمالات بكل تأكيد ليست مادية ولم توهب خواص الكتلة أو الطاقة .

إذا كانت موجات الألكترونات تنتقل أسرع من الضوء ، فقد يبدو لنا لأول وهلة أنها ستفلت من الكتروناتها ، إلا أن هذا باطل تماماً ، لأنه عندما تنتقل الألكترونات خلال الفضاء بسرعة (ع) فإن المناطق التى ينتظر أن نجدها عندها – وهى المناطق التى يحددها وجود الموجات – لابد أن تنتقل بنفس السرعة (ع) ، والذى يحدث بالفعل أن هذه المناطق تنتقل بسرعة (ع) فقط ، والدليل على ذلك ينتقل بنا إلى بعض اصطلاحات النظرية العامة للحركة الموجية .

تسهيلا لمناقشتنا الرياضية نقول إن أبسط الأنظمة الموجية تتكون من موجات منتظمة للغاية يتبع بعضها بعضاً وتمتد إلى مسافة لا نهائية فى كافة الاتجاهات ، وكل موجة لها تماماً نفس الشكل والطول ، ويشبه محيطها التموجات المترقرقة على سطح ماءٍ ساكنٍ ، وعندما نجمع مثل هذه الوحدات نستطيع أن نكون أى تشكيل من الموجات مهما كانت معقدة ، ومن ناحية أخرى ، فإن أى تشكيل من الموجات ، مثل التشكيل الذى تصنعه عاصفة فى البحر ، يمكن تحليله إلى مكوناته من الوحدات الموجية البسيطة ، ومن الممكن أن نحصر العاصفة داخل دائرة قطرها ١٠٠ ميلٍ ولكن يجب أن نفترض أن أى

وحدة تمتد إلى اللا نهاية فى كافة الاتجاهات ، وهذه الوحدات الموجية مازالت موجودة خارج دائرة العاصفة بالمعنى الرياضى ، ولكن يحطم بعضها بعضاً بالتداخل ، فإحدى النقط قد تعتبر قمة للموجة فى إحدى الوحدات وفى الوقت نفسه تعتبر قاعاً للموجة فى وحدة أخرى ، وبهذه الطريقة سنجد الارتفاع عن سطح الماء عند أى نقطة يساوى صفراً وسيكون البحر ساكناً .

وعندما تهدأ العاصفة بالموجات التى تثيرها عن طريق احتكاك الرياح بسطح الماء فإن كل وحدة موجية تستمر فى حركتها الطبيعية فوق سطح البحر ، وكأن الوحدات الموجية الأخرى لا وجود لها ، وعندما نحلل الحركة تحليلاً رياضيًّا ، سنجد أمامنا خاصيتين متميزتين ، أولاهما أن تداخل الموجات خارج دائرة العاصفة يصبح أقل كمالاً باطراد الحركة لدرجة أن اضطراب البحر يمتد بالتدريج إلى خارج الدائرة ، وثانيهما أن الموجات القصيرة تتلاشى أسرع من الطويلة بتأثير القوى المشتتة ، لدرجة أنه فى النهاية لا يبقى سائداً فى المحيط سوى الموجات الطويلة .

فى تناول المشكلة التى أمامنا قد نلجأ إلى تطبيق مختلف لهذه النظرية ، فنقوم بإدماج عدد من الوحدات الموجية التى تساوى أطوال موجاتها طول إحدى الموجات المعينة تقريباً وليكن (ط) ، وعلى هذا يمكننا أن نكون تشكيلاً موجيًّا يتركب بأكمله من موجات طول موجة كل منها يساوى (ط) بالضبط ، بحيث ينتشر هذا التشكيل فوق نطاق صغير من المكان ، وكما سبق أن ذكرنا فالموجات سوف يحطم بعضها بعضاً خارج هذا النطاق الصغير بفعل التداخل ، ويعرف التسلسل القصير من الموجات من هذا النوع « بالحركة الموجية » .

لنتخيل الآن أن كل وحدة فى الحزمة الموجية تنتقل خلال الفضاء بالطريقة الملائمة لطولها الموجى ، ومن الشائع فى الطبيعة أن تنتقل الموجات بسرعة تعتمد

على طولها الموجى وفى المثال الذى أمامنا تنتقل كل وحدة تقريباً بسرعة ملائمة لطولها الموجى (ط) ، ولعلنا كنا نتوقع أن تنتقل الحزمة الموجية بأكملها بنفس السرعة تقريباً ، ولكن التحليل الرياضى يبين أنها لا تفعل ذلك ، ففى مقدمة الحزمة الموجية تدأب الموجات على تحطيم بعضها بعضاً بفعل التداخل ، على حين أنه فى مؤخرة الحزمة يحدث العكس تماماً ، والنتيجة النهائية هى إبطاء سرعة الحزمة الموجية ككل ، حتى أنها تتقدم بسرعة تقل عن وحداتها الفردية المكونة لها ، والتحليل المفصل يبين أنه برغم انتقال كل موجة فردية بسرعة $\frac{عـ^{٢}}{ع}$ فإن الحزمة ككل تنتقل بسرعة (ع) فقط ، وهى سرعة الألكترون بالضبط ، وهكذا نرى أن الموجات ككل لا تفلت من الألكترون .

رأينا فيما سبق أنه ليس من الملائم تصوير الإشعاع عندما ينتقل خلال الفضاء على أنه جُسَيْمات ، وهناك خاصية موازية بالنسبة للالكترونات ، فإنه لا يجوز تصويرها على أنها موجات فى أثناء انتقالها خلال الفضاء ، والسبب فى ذلك هو أن الكميات $\frac{هـ}{ك \times ع}$ ، $\frac{عـ^{٢}}{ع}$ التى تحدد الموجات لا معنى لها بدون أن نعرف (ع) على أنها السرعة التى تنتقل بها الالكترونات خلال الفضاء ، ولا يمكن تحديدها إلا فى علاقة الالكترونات بمرجع آخر ، كالسطح المادى الذى توشك الالكترونات على الاصطدام به ، لذلك يجب أن نفكر فى الموجات الالكترونية على أنها تنبثق إلى الوجود عندما يدخل تيار من الكهرباء فى علاقة مع سطح مادى ، مثلما نفكر فى الفوتونات على أنها تظهر للوجود عندما يلاقى الإشعاع سطحاً مادياً .

من كل ما سبق نرى أن الموجات ليس لها وجود مادى أو حقيقى مستقل ، فهى ليست من مكونات الطبيعة والذى أتى بها هو محاولاتنا لفهم الطبيعة ، فعلى أمل أن نجعل الصيغ الرياضية لميكانيكا الكم قابلة للفهم ، رسمنا لأنفسنا صورة

ذهنية تحتوى على هذه الموجات ، إن التحديد الرياضى للموجات ثابت لا يتغير ، فهو المكافئ لصيغ ميكانيكا الكم ، ولكن تفاصيل الصورة الفيزيائية ليست ثابتة على الدوام ، فهذه الصورة لو كانت مثالية لاستطعنا من خلالها أن نفسر الأمور غير المفهومة ، وغاية ما نتوقع من هذه الصورة أن يظهر فيها ميل للدقة ، وقد نعدل فيها أحياناً لكى نتناول الظروف الخاصة لمشكلة معينة ، فمثلاً قد يكون من المناسب أن نتخيل الموجات الألكترونية على أنها موجودة فى الفضاء ، كما نتخيل موجات الفوتونات على أنها موجودة فى المادة .

تميل الموجات إلى الانتشار ، مثل الموجات فى العواصف البحرية ، أو التموجات على سطح إحدى البرك ، وسواء كانت الحزمة الموجية كبيرة أو صغيرة فلابد أن تزداد اتساعاً باستمرار ، وإذا كانت صغيرة فى بدايتها ازداد نموها بسرعة ، وهذا يبين أن الحزمة الموجية لا يمكنها أن تمثل الكتروناً منفرداً على الدوام ، فالالكترون كيان دائم على عكس الحزمة الموجية ، إن ميكانيكا الموجات لا تعنى بالالكترونات المنفردة وعندما نقتبس مفهوم ذرية الكهرباء من الفيزياء التجريبية ، سوف نلاحظ أن أى حزمة موجية إذا مثلت أحد الالكترونات فى لحظة معينة فإنها ستكف عن تمثيله فى اللحظة التالية ، لأن الحزمة الموجية ستكون قد تغيرت على عكس الألكترون .

ربما نخمن أنه يمكن تمثيل الالكترونات فى الظروف المختلفة بحزم موجية مختلفة ، فلنتحقق من هذا بمناقشة ظروف أحد الالكترونات الموافقة لبعض أنواع الحزم الموجية .

فلنتخير أولا الحالة التى تكون فيها الحزمة الموجية ذات طول موجى قصير قصراً لا نهائيًا ، مجردنقطة فى المكان ، مثل هذه الحزمة الموجية قد تبدو ملائمة تماماً لتمثيل الألكترون فى أغلب الظروف ، ولكن حقائق الرياضيات تخبرنا أن

حزمة موجية من هذا النوع لا يمكن أن تقارن بأى طول موجى ، فليس هناك مجال لظهور الخواص الموجية ، وقد رأينا من قبل أن حزمة طولها الموجى (جـ) تمثل الكترونا يتحرك بسرعة $\frac{هـ}{ك \times جـ}$ بحيث إذا لم تكن لدينا فكرة عن قيمة (جـ) فلن نتمكن من معرفة سرعة الألكترون .

فإذا جعلنا طول الحزمة الموجية يزداد تدريجيًّا ، فسوف تنشأ خواص موجية مؤكدة شيئاً فشيئاً ، وفى النهاية تصبح الحزمة عبارة عن سلسلة لا نهائية من الموجات ، كل منها لها طول موجى مساو للطول الموجى للحزمة ، فإذا قمنا بتمثيل الكترون بمثل هذه السلسلة اللا نهائية من الموجات ، فستتمكن بالطبع من تحديد سرعة حركته بدقة مطلقة ، فهى ببساطة $\frac{هـ}{ك \times جـ}$ ، لأننا لا نواجه صعوبة فى تحديد قيمة (جـ) ولكننا فى الوقت نفسه نعجز تماماً عن تحديد موضع الألكترون ، فالحزمة الموجية أصبحت سلسلة لا نهائية من الموجات غير واضحة المعالم ، وليس هناك ما يبرر تخصيص موضع معين للالكترون بدلاً من غيره ، وهكذا نرى أن سلسلة من الموجات القصيرة ستحدد موضع الالكترون فى الفضاء ولكنها ستفشل فى تحديد سرعة حركته ، على حين أن سلسلة من الموجات الطويلة ستخبرنا بسرعة حركته ولكنها لن تعين موضعه فى المكان ، ولا يمكن لأى حزمة موجية نتصورها أن تتضمن كلاً من سرعة حركة الألكترون وموضعه بدقة مطلقة .

يذكرنا هذا بالنتيجة التى توصلنا إليها فى (ص ١٩٣) ، فقد رأينا أن اكتشاف الطبيعة عن طريق التجربة لا يسمح لنا بالدقة المطلقة ، لأن من المستحيل أن ندرك شيئاً عن العالم الخارجى يكون أصغر من الفوتون ، وإذا اعتبرنا الألكترون جُسَيْماً متحركاً فليس لدينا أى تجربة تعين لنا سرعة حركته وموضعه فى المكان بدقة كاملة ، فإذا رصدنا الألكترون باستخدام كمات

منخفضة التردد فإن موضع الألكترون سيصبح بالضرورة غير محدد ، أما الكمات عالية التردد فتؤدى إلى الانتقال بعدم التحديد نحو تعيين كمية حركة الألكترون ، لأن الفوتون المحمل بطاقة عالية يعطى الألكترون دفعة شديدة عندما يتركه ، وليس هناك أى تجربة تخلصنا من عدم التحديد فى هذيْن المقداريْن فى آنٍ واحدٍ ، لدرجة أن حاصل ضرب المقداريْن لا يمكن أبداً أن يساوى صفراً ، وأوضحت دراسة قام بها (هيزنبرج) أن حاصل الضرب لا يمكن أبداً أن يقل عن ثابت بلانك (هـ) ، ويعرف هذا بقاعدة (هيزنبرج) لعدم التيقن Uncertainty أو عدم التحديد Indeterminacy

رأينا أن الحزمة الموجية المعبرة عن أحد الألكترونات تظهر نفس النقص فى الدقة ، وأوضحت الدراسات الرياضية المفصلة أنه مهما كانت الحزمة الموجية التى يقع عليها اختيارنا للتعبير عن الألكترون ، فإن حاصل ضرب عدم التحديد لموضع الألكترون فى عدم التحديد لكمية حركته لن يقل أبداً عن ثابت بلانك (هـ) وهو ما تأكد منه (هيزنبرج) بالتجربة . .

عندما يصور الألكترون على أنه جسيم يتحرك فى المكان فإن له سرعة حركة محددة وموضعاً محدداً ، ويمكن أن نعين لها كميتين عدديتين ، والمشكلة التى أبرزها مبدأ عدم التحديد ليست أن هاتين الكميتين غير موجودتين ولكن أننا لا نملك وسيلة عملية لقياسها ، إن هاتين الكميتين موجودتان بالنسبة للألكترون وليس بالنسبة لمعرفتنا عن الألكترون ، أمّا عندما نصور الألكترون على أنه حزمة موجيّة ، فهاتان الكميتان لا وجود لها حتى فى الحزمة الموجيّة .

كان (بور) Bohr أول من أبرز هذا ، وهذا يعطينا مفتاحاً لغموض الموقف ، ويكشف السر فى أن الأنواع المختلفة من الحزمات الموجية لا يصح افتراض أنها تمثل أنواعا مختلفة من الالكترونات ، أو ألكترونات فى حالات

مختلفة ، أو الكترونات تحت ظروف مختلفة بل هى تمثل أنواعاً مختلفة من المعرفة التى يمكننا أن نملكها عن الالكترونات ، ومثلما وجدنا من قبل أن موجات النظرية التماوجية للضوء ، تمثل معرفتنا عن الفوتونات (ص١٨٦) يمكننا كذلك أن نرى موجات الميكانيكا الموجية على أنها تمثل معرفتنا عن الالكترونات ، والمجموعتان من الموجات هما تركيبان عقليان يخصاننا ، وكلتاهما تنتشران فى الأماكن التصويرية « انظر الفصل الرابع » . .

بين هذين النوعين من الموجات تشابه تام ما عدا جانباً واحداً ، فموجات النظرية التماوجية للضوء يمكن تمثيلها فى مكان ثلاثى الأبعاد مما يجعل المكان الفيزيائى المألوف مناسباً لتمثيلها ، والموجات الخاصة بألكترون واحد يمكن أن نمثلها فى مكان ثلاثى الأبعاد ، أما الموجات الخاصة بألكترونين فيلزم لها مكان سداسي الأبعاد ، بحيث يحتاج كل ألكترون إلى ثلاثة أبعاد ، وكذلك تحتاج الموجات الخاصة بمليون ألكترون إلى مكان واحد ذى ثلاثة ملايين من الأبعاد ، وهكذا نرى أن الصورة الموجية التى تخص أبسط مجموعة من الألكترونات أو غيرها من الجُسَيْمات لا يمكن أن نرسمها فى المكان العادى . .

هـذه الصورة الموجية الـتى وصفناها تنسب (لـدوبروجلى) . . (وشرودينجر) . . (وبور) . . (وهيزنبرج) وهى ذاتية بمعنى أنها قد تعتمد على التجارب التى أجريت مؤخراً على الألكترونات ، كما أنها أيضاً موضوعية بمعنى أنها تظهر إمكانيات لتفسير الواقع الموضوعى مماثلة لإمكانيات الصورة الجُسَيْمِيّة وهى تعطينا حلولاً سليمة لكثير من المشاكل التى تفشل فيها الصورة الجُسَيْمية بل إن الصيغة الرياضية للصورة الموجية تجعلها مكافئة تماماً لنظام (هيزنبرج) ، وهو نظام نعلم من خطوات اشتقاقه أنه صادق بالضرورة مع الواقع . .

ونسارع فنضيف إلى ذلك أن الحالات التى تحقق فيها الصورة الموجية نجاحاً أكبر من الصورة الجُسَيْمية ليست هى الحالات التى تمثل فيها معرفة فرد معين ، فعلى غالبيتها أن تتناول الأطياف الذرية فهى معنية بحركة الألكترونات حول أنوية الذرات لا فى الفضاء الحر ، إن الحزمة الموجيّة مازالت تمثل معرفتنا عن الألكترون ، ولكنها الآن معرفة عن الأوضاع الممكنة أو المحتملة للألكترون داخل الذرة ، فهى معرفة مستقلة عن أى مشاهد معين أو مشاهدة خاصة ، أما الحزمة الموجيّة للألكترون الحر فتمثل معرفة خاصة وفردية لأنها تنسب إلى مشاهد معين قام وقتها بمشاهدة الألكترون أو ملاحظته ، أما الحزمة الموجية للألكترون داخل الذرة فتمثل معرفة عامة فى متناول الجميع بغير تجربة ، إن أحد المشاهدين يمكنه طبعاً أن يكشف المزيد عن الألكترون داخل الذرة بتصميم تجربة جديدة لهذا الغرض ، فقد يقذف الذرة بجُسَيْمات « ألفا » ثم يلاحظ سلسلة التكثف للألكترون عندما ينطلق خارج الذرة فى غرفة « ويلسون » السحابية ، ولكنه عندما يفعل هذا فإنه يدمر الذرة ، وستتركز الحزمة الموجية للألكترون فى نطاق ضيق ، وتصبح الحزمة الموجيّة لإلكترونٍ حرٍ يبدأ رحلة جديدة .

نستنتج من هذا أن هناك حزمة موجيّة قياسية للألكترون داخل الذرة ، أو على الأصح هناك عدة حزم قياسية متميزة ، تخص كل واحدة منها إحدى حالات الحركة الدائبة التى تحدث داخل الذرة ، أما الألكترون الذى ينتقل فى الفضاء بحرية فليس له حزمة موجية قياسية وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه من مناقشة صور الألكترون كما تقدمها الميكانيكا الكلاسيكية ، فقد وجدنا صورة الطلقة التى تتلاءم مع صورتنا الجُسَيْمية الحالية ، ووجدنا صورة « اللوامس » "tentacles" التى تتلاءم مع صورتنا الموجيّة الحالية ، ولكننا لم نجد أى صورة

للوامس قياسية تلائم كل الظروف ، فالصورة المناسبة اعتمدت على حركة الألكترون كما اعتمدت على حركة الأجسام الأخرى بنفس الدرجة من الأهمية .

فإن كانت الموجات الخاصة بألكترون حر أو بفوتون تمثل معرفةً إنسانية ، فما الذى يحدث عندما لا توجد هذه المعرفة الإنسانية ؟ لابد أن نفترض أن الألكترونات كانت موجودة من قبل أن يوجد أى وعيٍ إنسانيٍ يتابعها ، وأن هناك الكترونات حرة فى الشعرى اليمانية حيث لا يوجد أى عالم فيزيائى يشاهدها .

الجواب البسيط والمذهل هو أنه عندما لا توجد معرفة إنسانية فلا وجود للموجات ، ولابد أن نتذكر دائماً أن الموجات ليست جزءاً من الطبيعة ، ولكن من مجهودنا لفهم الطبيعة ، ويستوى فى ذلك أن نفكر فى الألكترونات أو لا ، وأن نجرى عليها التجارب أولا فحركتها محددة بمعادلات (هيزنبرج) الديناميكية ، وعندما يلتحق ألكترون بإحدى الذرات أو يقذف به خارجها يمر بنفس التغيرات ، سواء أشرفنا على التجربة أو لم نشرف ، وعندما يقذف ألكترون بأحد الفوتونات فسيان للألكترون أن تنتهى رحلة هذا الفوتون فى عين بشرية أو فى غيرها .

ويمكن أن نسجل نفس الملاحظات حول موجات النظرية التماوجية للضوء ، وحول القوى الكهربية والمغنطيسية التى كنا نتخيل أن الموجات مركبة منها ، فالطاقة قد تنتقل من مكان لآخر ولكن الموجات والقوى الكهربية والمغنطيسية ليست جزءاً من ميكانيكية النقل ، إنها ببساطة جزءٌ من مجهوداتنا لفهم هذه الميكانيكية وتصويرها لأنفسنا ، وقبل أن يأتى الإنسان إلى الوجود ، لم يكن للموجات ولا للقوى الكهربية والمغنطيسية أى وجود ، فهى ليست من

موجودات الطبيعة التى صنعها الله ، بل هى من ابتكار (هايجنز) (فرزنل) Fresnel (وفاراداى) و (ماكسويل) . .

ميكانيكا الكم (لديراك)

أما الصورة الثالثة لميكانيكا الكم ، التى قدمها (ديراك) ، فلابد أن نتخطاها بسرعة ، لا لأن ميكانيكا (ديراك) غير هامة ، ولكن لأنها فى صورة رياضية مركزة بحيث تبعد عن مجال هذا الكتاب ، كان (ديراك) يأمل فى تجميع كل ميكانيكا الكم فى صورة تامة الاتساق ، بحيث تستخلص كل نتائجها من خلال بضع مسلمات بسيطة ، مثلما استخلص (أقليدس) الهندسة بأكملها من بضع بديهيات بسيطة . .

لاحظ (ديراك) أن الميكانيكا الكلاسيكية حاولت تفسير الظواهر الفيزيائية بلغة الجُسَيْمات والإشعاعات التى تتحرك فى المكان والزمان ، ووضعت بعض الفروض البسيطة عن العوامل التى تتحكم فى الأجسام كما تبدو فى عالم الظواهر ، ثم حاولت أن تفسر سلوكها على ضوء هذه الفروض أى أنها باختصار حاولت أن تفسر الظواهر بدون أن تتعمق وراء الظواهر ، وكأن هذه الظواهر تصنع عالماً منغلقاً عليها ، وهى محاولة ثبت فشلها واتضح أن الطبيعة تعمل وفق خطة مختلفة ،وبينت الدراسات الشاقة التى قام بها عدد كبير من الباحثين أن القوانين الأساسية للطبيعة لا تتحكم فى الظواهر مباشرة ، ولابد لنا أن نتصورها تعمل فى طبقة اعمق Substratum لا يمكننا أن نشكل عنها أى صورة ذهنية ، ما لم يكن فى نيتنا أن نلجأ إلى عدد من الافتراضات البعيدة التى ليس لها مبرر .

والأحداث التى تقع فى هذه الطبقة السفلية يصحبها أحداث فى عالم الظواهر الذى نمثله فى المكان والزمان ، والطبقة السفلية مع عالم الظواهر لا يصنعان عالماً كاملاً بذاته يمكننا أن نشاهده بموضوعية دون أن نخل به ، فالعالم المغلق تماماً لابد أن يتكون من ثلاثة مكونات : الطبقة السفلية ، وعالم الظواهر ، والشخص الذى يشاهدهما ، وعندما نقوم بتجاربنا ننتقل بين الذات والموضوع ، وعندما نقوم بمشاهدتنا عن العالم فإننا نغيره ، مثل الصياد الذى يجر سمكة من أعماق البحر ، فهو يعكر المياه كما يقتل السمكة .

أتى (ديراك) بعاملات operators من نوع رياضى بحت ، لكى يمثل عملية الانتقال بأى نشاط من الطبقة السفلية إلى السطح – أى مشاهدته ، وجد (ديراك) أنه من الضرورى أن نسلم بأن سلسلة أنواع النشاط التى نشاهدها أ ، ب ، جـ . . . هى مصغر لسلسلة توازيها فى الطبقة السفلية ، هذه السلسلة الموازية تتكون من أنواع « مجردة » خاصة هى أ ، ب ، ج . . . وهى التى تظهر فى عالم الظواهر على هيئة أ . ب . جـ . . . كما قد تتكون السلسلة الموازية فى الطبقة السفلية من بعض الأنواع المركبة التى قد نرمز إليها بالرموز أ ب ، ب ج ، أ ج ، . . . وليس لها مقابلات مباشرة فى عالم الظواهر ، وقد تتسبب أ ب فى أ أو فى ب ولكنها لا تتسبب أبداً فى الاثنين ، وهناك احتمال معين لظهور أ أو ب فطبقة الحقيقة أغنى وأكثر تنوعاً من عالم الظواهر(٦) .

وبعد أن قام ديراك بدراسة رياضية معقدة ، توصل إلى نظرية مصورة كاملة ، أظهرت ميكانيكا المصفوفات Matrix (لهيزنبرج) ، والميكانيكا الموجية (لدوبروجلى) (وشرودينجر) على أنها حالات خاصة من النظرية .

من هذا نرى أن النسق الذى تجرى عليه الأحداث كما تصفه نظرية (ديراك) هو بالضرورة نفس النسق الذى تصفه نظريات (هيزنبرج)

و (دوبروجيلى) و (شرودينجر) ، وعلى هذا فهو متفق مع ما نشاهده فى الطبيعة تماماً ، ومن أهم ملامح نظرية (ديراك) أنها لا ترى أن الأحداث التى تقع فى عالم الظواهر ترتبط بصورة ثابتة بالأحداث التى تجرى فى الطبقة السفلية ، فالأحداث المختلفة فى تلك الطبقة قد تتسبب فى ظواهر تسجلها مشاهداتنا على أنها متشابهة تماماً فقد تكون الظاهرة نفسها فى عالم المكان – الزمان مرتبطة بعدد من الأحوال المختلفة فى الطبقة السفلية ، لهذا فقد تتبعها أحداث مختلفة والتجارب المتماثلة كما تسجل مشاهدتنا ليس من الضرورى أن تؤدى إلى نتائج متطابقة ، وطالما أخذنا الظواهر فى اعتبارنا فعلينا منذ البداية أن نتخلى عن مبدأ اتساق الطبيعة ، وعلى السببية أن تختفى من العالم الذى نراه .

ولكن السببية لا تختفى تماماً من العالم البعيد عن تناولنا ، فالمعادلات الرياضية لصورتى نظرية الكم الحديثة – الميكانيكا الموجية وميكانيكا المصفوفات حتمية وجبرية تماماً ، وعلى قدر ما تذهب إليه هذه المعادلات ، يبدو مستقبل العالم وكأنه مجرد كشف للمستور ، بحيث يعقب المستقبل الماضى على نمط واحدٍ لا فكاك منه ، ولكن هذا الكشف ليس كشفاً لمجرى الأحداث بل لمعرفتنا عنها ، والسببية التى تختفى من الأحداث نفسها تعود للظهور فى معرفتنا عن الأحداث ، فإذا كان من المستحيل أن نتخطى معرفتنا عن الأحداث لنصل إلى الأحداث نفسها ، فلن نعرف أبداً إن كانت السببية تحكم الأحداث أم لا ؟ والاعتبارات التى ذكرناها تفترض أن مجرد مناقشة السؤال عبث بلا معنى .

الفصل السابع

بعض مشكلات الفلسفة

الآن وقد اختتمنا موجزنا عن اكتشافات علم الطبيعة الحديث ، نعود فنتعرض للطريقة التى تؤثر بها هذه الاكتشافات فى المشكلات العملية للفلسفة وفى الحياة اليومية ، ولنبدأ أولاً بتلخيص وإعادة عرض النتائج التى توصلنا إليها فى مناقشتنا العلمية .

تلخيص :

نحن آدميون ولسنا مجرد حيوانات ، لذا نحاول بقدر الإمكان أن نستكشف العالم الذى نقضى فيه أعمارنا ، وقد رأينا أنه لا يوجد سوى منهج واحد فقط لاكتساب مثل هذه المعرفة — هو منهج العلم ، وهو ببساطة استجواب مباشر للطبيعة بالمشاهدة والتجربة .

وأول ما نتعلمه من هذا الاستجواب هو أن العالم يخضع للمنطق ، فأحداثه لا تحكمها النزوات بل القانون ، ففيه ما أطلقنا عليه اسم « نسق الأحداث » ، والهدف الأولى للعلم الطبيعى هو اكتشاف هذا النسق ، وهو كما رأينا لا يمكن

وصفه إلا بالمصطلحات الرياضية .

قدمت لنا نظرية الكم الحديثة التى شرحناها فى الفصل السابق وصفاً رياضيًّا لنسق الأحداث ، نعتقد أنه كامل ومثالى ، فهو يمكننا – من حيث المبدأ على الأقل – من التنبؤ بكل ظاهرة ممكنة فى الفيزياء ، ولم يثبت حتى الآن أن خابت إحدى التنبؤات حتى أنه ليصح أن نقول إن الفيزياء النظرية حققت الغرض الأساسى لوجودها ، وأنه لم يبق إلا الانشغال بالتفاصيل .

ولكننا لا نرجو فقط أن نتنبأ بالظواهر ، بل أيضاً أن نتفهمها ، لذا ليس من المفاجئ أن الفلسفة والعلم قد التقيا فى عدم الاكتفاء بالوصف الرياضى ، وأنهما حاولا أن يلحقا بالرموز الرياضية مدلولات ملموسة – لكى يستبدلا الكليات المستعصية على الفهم بجزئيات قابلة للفهم ، وقد نحتج بأنه إذا كان هناك نسق ، فلابد من وجود الأداة التى تمكننا من الاستمرار فى النسج على منواله ، ونريد أن نعرف ما هى هذه الأداة ؟ وكيف تعمل ؟ ولماذا تعمل بكيفية معينة بدلاً من غيرها ؟

فكر علماء الطبيعة فى القرن الماضى أن أحد الاهتمامات الأساسية للعلم هو تصميم نماذج أو رسم صورٍ توضح كيفية عمل هذه الأداة ، وكان من المفترض أن النموذج الذى يتكرر فى كل ظواهر العلم ، والذى يمكننا بذلك من التنبؤ بها كلها ، لابد على نحوٍ ما أن ينطبق على الحقيقة الواقعة من خلف الظواهر ، ولكن هذا خطأ بين الوضوح ، فبعد أن يُكتشف نموذج مثالى ، قد يظهر آخر له نفس القدر من الكمال ، ولأن النموذجيْن معاً لا يمكنهما أن ينطبقا على الحقيقة ، لذا لا يمكننا أبداً أن نتأكد من أن أى نموذج بمفرده ينطبق على الحقيقة ، وباختصار ليس فى وسعنا أن نملك معرفة مؤكدة عن جوهر الحقيقة .

نعرف الآن أنه لا ضرر من أى نموذج كامل يظهر وإن كان من النوع الذى

تستطيع عقولنا أن تفهمه ، لأن النموذج أو الصورة سوف يكون مفهوماً لنا إذا كان مصنوعاً من أفكار موجودة بالفعل فى عقولنا ، ومن ضمن هذه الأفكار نجد أن بعضها مثل أفكار الرياضيات المجردة ليس لها علاقة خاصة بعالمنا الذى نعيش فيه ، فالأفكار التى لها علاقة به لابد أن تكون دخلت عقولنا من خلال الحواس وقد تناولنا ذلك من قبل ، وهى مقيدة بكوننا لا نملك سوى خمس حواس ، ولا يهمنا فى غرضنا الحالى منها سوى حاستيْن .

وبالبحث المفصل فى مصادر أفكارنا رأينا أنه لا يوجد سوى نوعٍ واحدٍ من النماذج أو الأفكار التى يمكن لعقولنا المحدودة أن تفهمها ، هو ذلك الذى يتكلم بلغة الميكانيكا ، إلا أن مراجعة الفيزياء الحديثة أظهرت لنا أن كل المحاولات لوضع نماذج أو صور ميكانيكية قد فشلت ولابد أن تفشل ، لأن أى نموذج أو صورة ميكانيكية لابد أن يمثل الأشياء على أنها تقع فى المكان والزمان بينما اتضح مؤخراً أن العمليات النهائية للطبيعة لا تقع فى المكان والزمان ولا تسمح بالتمثيل فيهما ، وعلى هذا يكون فهم العمليات النهائية للطبيعة محرماً علينا إلى الأبد ، فلن يمكننا أبداً – ولو فى الخيال – أن نفتح مظروف هذه الساعة لنرى كيف تتحرك تروسها ، والهدف الصادق للدراسة العلمية لن يكون أبداً حقائق الطبيعة ، بل مشاهداتنا الخاصة للطبيعة فحسب .

الصورة الجُسَيْمِيّة والصورة الموجيّة :

بالرغم من عدم وجود صورة كاملة لأعمال الطبيعة تكون مفهومة لعقولنا ، إلا أنه مازال فى وسعنا أن نرسم صوراً تمثل جوانب جزئية من الحقيقة فى صورة يمكن تفهمها ، والفيزياء الحديثة تضع أمامنا صورتيْن جزئيتيْن من هذا النوع – إحداهما فى لغة الجُسَيْمات والأخرى فى لغة الموجات ، ولا تستطيع أى واحدة

منهما أن تخبرنا بالحقيقة كاملة .

وبنفس الطريقة ، يمكن للأطلس الجغرافى أن يحتوى على خريطتين لأفريقيا مرسومتين بمسقطين مختلفين : ولن يمثل أيهما الحقيقة كاملة ، ولكنه سيمثل بصدق جانباً منها ، فمسقط المساحات المتساوية مثلاً يمثل المساحة النسبية لأى إقليميْن بدقة ، على حين يخطئ فى تصوير شكليْهما على حين أن مسقط مركاتور Mercator يمثل الأشكال صحيحة ، أما المساحات فلا تكون فيه صحيحة ، ومادمنا لا نستطيع أن نرسم خرائطنا إلا على قطع مسطحة من الورقة ، فلن نتجنب مثل هذه العيوب ، فهى الثمن الذى ندفعه لتقيدنا برسم خرائط من النوع الذى يمكن وضعه فى الأطالس .

والصورة التى نرسمها للطبيعة تظهر قصوراً مشابهاً ، فهى الثمن الذى ندفعه لتقيدنا فى رسم صورنا عن الطبيعة بالأنواع التى تتفهمها عقولنا ، ولأننا لا نستطيع أن نرسم صورة واحدة مثالية ، فإننا نصنع صورتين ناقصتين ، ونتخير إحداهما أو الأخرى وفقاً لرغبتنا فى تحديد خاصية معينة بدقة ، وتدلنا مشاهداتنا على الصورة الصحيحة التى تناسب غرضاً معيناً – فمثلا نعرف أنه يجب استخدام الصورة الجُسَيْمية للتأثير الضوئى – الكهربائى ، واستخدام الصورة الموجيّة لتأثيرات الاستضاءة ، وهكذا .

ومع ذلك فبعض خواص الطبيعة أبعد فى مداها وأعم من أن يمكن وصفها بدقة بواسطة صورة منفردة ، وفى مثل هذه الحالات يجب أن نرجع للصورتيْن معاً ، وهاتان أحياناً تقدمان لنا معلومات مختلفة وغير متسقة ، فأين – إذن – سنجد الحقيقة ؟ مثلا هل الطبيعة محكومة بقوانين سببيّة أم لا ؟ تجيب الصورة الجُسَيْميّة : لا فحركات جُسَيْمانى يمكن فقط مقارنتها بالقفزات العشوائية لحيوانات الكنجر ، بدون قوانين سببيّة تحكم القفزات ، أما الصورة الموجية

فتقول : نعم ، فعند كل لحظة تأتى موجاتى على نمط واحد ينتج عن حالتها السابقة وهى لهذا حتمية .

أو مرة ثانية ، هل الحقيقة النهائية ذرية أم لا ؟ تحدثنا الصورة الجُسَيْمِيّة عن عالم مادى حيث المادة والكهرباء والإشعاع تقع فقط على هيئة وحدات لا تنقسم ، أما الصورة الموجيّة فتقول لنا ببساطة إنها لا تعرف أيًّا من هذه الأشياء .

يبدو أن الصورتين تقصان قصتيْن مختلفتيْن ، ولكن يجب أن نتذكر أنهما ليسا على نفس القدر من الجدارة بالثقة ، فالصورة الجُسَيْمِيّة تُجسد اكتشافات نظرية الكم القديمة التى ناقشناها فى الفصل الخامس ، وقد ثبت أنها غير دقيقة وغير كاملة ، لدرجة أن نظرية الكم الحديثة ظهرت للوجود لعلاج عيوبها – وهى المهمة التى أدتها بنجاح ، أما الصورة الموجيّة فهى ليست مجرد تمثيل تصويرى لنظرية الكم الحديثة ، بل هى أيضاً من حيث الحقائق الرياضية التى تتعلق بها . تعتبر مكافئها بالضبط ، وعلى هذه فتنبؤات الصورة الموجيّة لا يمكن إلا أن تكون صادقة ، على حين أن تنبؤات الصورة الجُسَيْمِيّة يمكن أن تصدق أو لا تصدق ، وعندما ينشب نزاع فعلينا أن نتقبل الدليل الذى تقدمه الصورة الموجيّة ، على حين قد نكون متأكدين من أن النزاع قد نشأ من بعض عيوب الصورة الجُسَيْمِيّة ، وفى الأمثلة التى ذكرناها ليس من الصعب أن نتتبع المنشأ المحتمل للنزاع .

تبين القوانين الرياضية لنظرية الكم أن الطاقة المشعة تنتقل على هيئة كمّات كاملة ، ولكن عندما نصور حزمة من الضوء على هيئة وابل من الفوتونات الشبيهة بالطلقات ، فإن الصورة الجُسَيْمِيّة تتجاوز بوضوح ما تسمح به الحقائق ، إن رصيد أى إنسانٍ فى البنك يتغير دائماً على هيئة عدد سليم من

الجنيهات ، ولكن هذا لا يبرر له أن يصور التغيرات فى رصيده على أن السبب فيها هو تسرب للقروش المعدنية ، فإن فعل هذا فقد يسأله ابنه ما الذى يحدد أى القروش بالذات سوف يسدد منها الإيجار ، وقد يجيب الأب : إنها المصادفة البحتة -- وهى إجابة حمقاء ولكنها لا تزيد فى حمقها عن السؤال ، وبنفس الطريقة إذا ارتكبنا الخطأ المبدئى بأن نصور الإشعاع كفوتونات متميزة ، فسنضطر للرجوع إلى المصادفة البحتة للخروج من المأزق -- وهذا هو الأصل فى عدم التحديد الذى تتميز به الصورة الجُسَيْمِيّة .

مثلاً عندما تسقط حزمة من الضوء على مرآة نصف مفضضة (ص١٨٦) ، تبين الصورة الجُسَيْمِيّة أن نصف الفوتونات ترتد بفعل الطبقة المفضضة ، فى حين يمر النصف الآخر فى طريقه بدون معوقات ، ونتساءل على الفور : ما الذى يحكم انتقاء الفوتونات المحظوظة التى تمر؟ وهو سؤال واجه النظرية الجُسَيْمِيّة للضوء التى وضعها (نيوتن) ، وأجاب عليه بإشارة غامضة إلى سيطرة القدر -- فقال إن جُسَيْماتِهِ « تتعرض لنوبات متبادلة من المرور السهل والانعكاس السهل » . وبنفس الأسلوب إذا صورنا الإشعاع على أنه فوتونات متميزة فسنجد أنه ليس أمامنا إلا أصبع القدر لكى تقسم قطيع الفوتونات إلى أغنام وماعز ، ولكن أصبع القدر ومعها الأغنام والماعز ما هى إلا تفصيلات مصورة ، وما إن نعود إلى الصورة الموجيّة الأجدر بثقتنا حتى يسقط هذا الرداء التصويرى من الصورة بأكمله . ونجد أمامنا حتميّة كاملة ، ومع ذلك فهذه الحتمية كما رأينا لا تتحكم فى الأحداث بل فى معرفتنا عنها ، بل تظهر أن عيوب معرفتنا فى المستقبل تتبع بكيفيّة لا تتبدل عيوب معرفتنا الحاضرة .

وما يصدق على الإشعاع يصدق أيضاً على الكهرباء ، فنحن نعرف أن الكهرباء تنتقل دائماً من مكان لآخر على هيئة وحدات كهربائية ، ولكن هذا

لا يبرر لنا استبدال تيار الكهرباء برشاش من الجُسَيْمات المتميزة ، وبالفعل تؤكد لنا نظرية الكم أنه لا ينبغى أن نفعل ذلك ، فعندما تصطدم الكرتان (أ) ، (ب) فوق منضدة بليارد ، قد تذهب (أ) إلى اليمين ، (ب) إلى اليسار ، وكذلك عندما يصطدم الكترونان (أ) ، (ب) فقد نتوقع أن يكون فى استطاعتنا القول بأن (ا) ستذهب إلى اليمين ، (ب) إلى اليسار ، ولكنا بالفعل لا نستطيع ذلك ، لأنه لا حق لنا فى التعرف على الالكترونيْن اللذين كانا يتجهان نحو التصادم على أنهما الالكترونان اللذان خرجا منه ، بل من الأصح أن نفكر فى الالكترونيْن (أ) و (ب) اللذين اصطدما على أنهما اتحدا ليصبحا قطرة من سائل كهربى تتكسر من جديد ليتكون الكترونان جديدان (ج) و (د) ، فإذا تساءلنا عن الطريق الذى سيسلكه (أ) بعد التصادم ، فالجواب الصادق هو أن (أ) لم يعد له وجود ، أما الجواب السطحى فهو أن هناك فرصة متكافئة أمام (أ) كى يذهب إما إلى اليمين أو إلى اليسار ، فإنما هى قرعة نطابق بها بين (أ) و (ج) أو (د) ، ولكن هذه القرعة ليست فى الطبيعة بل هى فى عقولنا .

ونرى من ذلك أن الصورة الجُسَيْميّة تخطئ عندما تنسب عدم التحديد إلى الطبيعة ، فهى ليست خاصية للطبيعة بل لطريقتنا فى النظر إلى الطبيعة ، والصورة الجُسَيْميّة تمعن فى الخطأ عندما تلحق الذرّية بمكونات العالم المادى ، تستوى فى ذلك المادة مع الإشعاع ، فالذريّة لا تكمن فى هذه المكونات بل فى الأحداث التى تؤثر فيها ، ولنرجع إلى تشبيهنا السابق فنقول إن كل المبالغ المضافة إلى حساب البنك أو المسحوبة منه تتكون من قروش حسابيّة كاملة ، ولكنها لا تتكون من قروش معينة مبعثرة هنا أو هناك ، فنحن نعرف المادة عن طريق الطاقة أو الجُسَيْمات التى تطلقها فقط ، ولكن هذا لا يبرر لنا التسليم بأن المادة

نفسها تتكون من ذرات سواء أكانت ذرات مادية أم ذرات من الطاقة ؟ - فهذا يشبه التسليم بأن رصيدنا فى البنك لابد أن يتكون من عمود من القروش المعدنية .

مبادئ فلسفية جديدة

رأينا أن مجهوداتنا لاكتشاف الجوهر الصادق للحقيقة مقضى عليها بالضرورة أن تفشل ، حتى أننا إذا أردنا أن نتقدم فعلينا أن نتخذ هدفاً آخر وأن نستخدم مبادئ فلسفية جديدة لم نستخدمها حتى الآن ، واثنان من هذه المبادئ يفرضان نفسيهما ، الأول هو المبدأ الذى وصفه ليبنتز بالاستنتاج الاحتمالى probable reasoning ، ففيه نتخلى عن البحث عن المعرفة الأكيدة ، ونركز على أحد البدائل الموجودة أمامنا ، لأنه يبدو أقرب للحقيقة ، ولكن كيف لنا أن نقرر أى البدائل هو الأقرب للحقيقة ؟ تعرض هذا السؤال لمناقشات كثيرة مؤخراً ، وعلى الأخص بواسطة هـ . جفريز H.Jeffreys وبالنسبة لغرضنا يكفينا أن نركن إلى ما قد يسمى « بالمصادرة على البساطة » simplicity postulate ، وهى تؤكد أنه من بين أى بديليْن فغالباً ما يكون أبسطهما هو الأقرب من الحقيقة .

ولنحاول أن نمثل لهذيْن المبدأين بعرض تشبيه بسيط وإن كان متكلفاً للغاية فلنتخيل أنه فى مركز أوربا يعيش فلاح لم ير البحر أو يسمع عنه ، ولا يمكنه حتى أن يقرأ عنه ، ولكنه يملك جهازاً لاسلكيًّا على قدر هائل من الكمال ، يمكنه أن يلتقط الرسائل من أى سفينة فى العالم ، ولنفرض أن كل سفينة تبعث بموقعها فى شكل موحد مثل هذا .

« الملكة مارى » ، + ١٠' ٤١ْ ، - ٢٦' ٧٢ْ

وهذا يعنى أنه فى لحظة التحدث تكون السفينة « الملكة مارى » عند خط العرض ٤١ درجة و ١٠ دقائق شمالا وخط الطول ٧٢ درجة و ٢٦ دقيقة غرباً .

فى بادئ الأمر قد يكتفى بتسلية نفسه بأن يستمع إلى مختلف الرسائل ، ولكن بعد فترة يأخذ فى تسجيلها ، ولو كان صاحب عقلية ميالة للبحث فقد يحاول أن يكتشف قدراً من المنهج أو النظام فيها ، فيلاحظ على الفور أن كل خطوط العرض تقع بين + ٩٠ْ و - ٩٠ْ ، وأن كل خطوط الطول تقع بين + ١٨٠ْ و - ١٨٠ْ ، فإن حاول بعد ذلك أن يرسم هذه الأرقام على ورقة مربعة فسيجد أن المواقع المتتابعة للسفينة الواحدة تشكل سلسلة متصلة ، وقد يبدأ فى تركيب صورة ذهنية لنفسه بأن يفكر فى مرسلى الرسائل على أنهم أشياء متحركة ، وعندها سيجد أن كل شىء مما افترضه يتحرك تقريباً بمعدل منتظم فوق خريطته ، برغم أن هذا القانون ليس دقيقاً ولا كليًّا ، فإن إحدى السفن قد تتحرك من خط الطول + ١٧٠ْ إلى + ١٧٤ْ فى أحد الأيام ، ثم إلى + ١٧٨ْ فى اليوم التالى ، ولكنها فى اليوم الثالث قد تتحرك إلى - ١٧٨ْ ، فتقوم برحلة ظاهرة تقطع فيها ٣٥٦ْ ، وأيضاً قد تتحرك إحدى السفن بمعدل منتظم تقطع فيه ٤ْ فى اليوم عندما يكون خط عرضها قريباً من صفرْ ، ولكن هذه الحركة اليومية سوف تزداد بازدياد خط العرض ، وقد يرتفع المعدل فجأة متخطيا كل الحدود باقتراب خط العرض من ٩٠ْ .

فإذا نجح مستمعنا فى صياغة قوانين دقيقة ، بالرغم من الطبيعة الغريبة لحركات السفن ، فإنه سيتمكن من التنبؤ بهذه الحركات ، أو لنكن أدق ، سيتمكن بدون أن يسلم بأنه يتعامل مع حركات أو سفن من التنبؤ بما سيسمعه عندما يشغل جهاز اللاسلكى ، أى سيمكنه أن يتنبأ بنتيجة كل تجربة يستطيع

القيام بها مادامت التجربة الوحيدة فى مقدوره هى أن يدير زر الجهاز وأن يستمع .

وأولئك الذين يقنعون بتصور وضعى لأهداف العلم سيشعرون أنه فى وضع مناسب تماماً ، لقد اكتشف نسق الأحداث وبهذا يمكنه التنبؤ بها بدقة ، فماذا يريد زيادة على ذلك ؟ إن أى صورة ذهنية ستكون ترفاً إضافيًّا بل هى ترف لا فائدة منه ، لأن الصورة إن لم تحمل أى تشابه فسوف تكون غير مفهومة ، لأننا نفترض أن هذا المستمع لا يستطيع أن يتخيل البحر أو السفن .

الاستنتاج الاحتمالى Probable Reasoning

عند هذه النقطة ، نلاحظ أن افتراض صدور الإشارات من أشياء متحركة هو افتراض ظنى ، بمعنى عدم وجود ما يدفع إليه فى المشاهدة — فمن طبيعة الحالة يكون محظوراً على المستمع أن يعرف إن كان مصدر الإشارات أشياء متحركة أم لا . فهذا يعبر عن إمكانية لا عن معرفة أكيدة ، ولا يمكن إطلاقاً أن نثبت حقيقته ، وفى العلم الحقيقى كذلك لا يمكن إطلاقا أن نثبت صدق فرضٍ ظنى ، لأنه إذا فندته مشاهدات المستقبل فسنعرف خطأه ، أما إذا أكدته مشاهدات المستقبل فلن نتمكن إطلاقاً من أن نقول إنه صحيح ، لأنه سيظل دائماً تحت رحمة اكتشافات اضافية ، والعلم الذى يقيد مجاله بالربط بين الظواهر لن يتعلم أى شيء إطلاقاً عن الحقيقة القائمة من خلف الظواهر ، على حين أن العلم الذى يذهب لأبعد من هذا مُدخلاً فُروضاً ظنية عن الحقيقة لن يتمكن أبداً من اكتساب معرفة أكيدةٍ إيجابية عن الحقيقة ، وأيًّا كان الأسلوب الذى ننتهجه ، فهو أمر محرم علينا .

ومع ذلك فالمعرفة الأكيدة بعيدة بنفس القدر عن متناولنا فى غالبية

مجالات الحياة ، والأغلب أننا لا نستطيع انتظار المعرفة الأكيدة ، بل ننظم شئوننا على ضوء الاحتمالات ، وليس هناك مبرر للامتناع عن تكرار ذلك فى مجهوداتنا لفهم الكون ، بشرط أن نضع فى أذهاننا أننا نناقش احتمالات لا تأكيدات .

والفيلسوف يفعل هذا كغالبيتنا ، فأنا أعى أفكارى وإحساساتى الخاصة فقط ، حتى أنى على العكس لا أعرف إلا أنى قد أكون الكائن الوحيد الواعى فى الكون فإذا اخترت على هذا الأساس أن أكون ذاتيًّا بحتاً solipsist – أى شخصاً يفترض أنه الكائن الوحيد الواعى فى الكون بأكمله – فلا شىء يمكن أن يجزم بخطئى ، ولكن حواسى تخبرنى بأشياء أخرى تبدو مشابهة لجسمى ، يبدو عليها أنها تمارس إحساسات وأفكاراً مثلى ، فأسلم وإن كان تسليمى على أساس من الاستنتاج الاحتمالى وحده ، إن هذه الأشياء الأخرى هى كائنات تشبهنى فى جوهرها ، أما إن رفضنا أن نقر بالاعتبارات الاحتمالية ، فعلينا جميعاً أن نكون من أصحاب مذهب الذاتية البحتة ، فإن سارت الأمور على هذا النحو ، فإن أصحاب هذا المذهب الحقيقيين الممكن وجودهم سيبقون فى عزلة تامة .

وعالم الفيزياءيعتمد أيضاً على اعتبارات احتمالية فى كل يوم من حياته ، فهو يقيس الأطوال الموجيّة لخطوط الطيف فى الضوء المنبعث من الشعرى اليمانية ، ويجد أنه مماثل لما يعرفه عن الضوء المنبعث من الهيدروجين عند درجة حرارة ١٠,٠٠٠ْ مئوية ، فيستنتج بدون لغوٍ أن فى الشعرى اليمانية ذرات هيدروجين عند درجة حرارة ١٠,٠٠٠ْ مئوية ، وليس ولن يكون هناك دليل على هذا لأننا لن نتمكن أبداً من الذهاب إلى الشعرى اليمانية لنكتشف ذلك ، ولكن الاحتمالات المضادة لأن يكون هذا الاتفاق مجرد مصادفة احتمالات هائلة لدرجة أن الفيزيائى يجد لنفسه ما يبرر رفض هذه الإمكانية ، فيعلن أن هذا الجزء من

ضوء الشعرى اليمانية يصدر من هيدروجين عند درجة حرارة ١٠,٠٠٠° مئوية .

وفى هذين المثالين ، فالفيلسوف والفيزيائى كلاهما يقودهما الاستنتاج الاحتمالى لا الاستدلالات الأكيدة ، ولو أن المستمع لجهاز اللاسلكى الذى ذكرناه أباح لنفسه أن ينقاد خلف اعتبارات مشابهة ، فلعله يقرر مبدئيًّا أن إشاراته تأتى من أشياء متحركة ، وهذه الفكرة قد تقوده إلى التفكير فى أن يلصق الخطين + ١٨٠° ، – ١٨٠° – محولا خريطته المسطحة إلى أسطوانة ، وهذا يبسط الموقف جداً ، لأنه يبدو الآن أكثر الأشياء طبيعية فى العالم أن سلسلة من القراءات على فترات متساوية من الزمن تقرأ هكذا ١٧٠° ، ١٧٤° ، ١٧٨° ، – ١٧٨° ، . . . إلخ ، ولكنه مازال يواجه غرابة كون أشيائه المتحركة تقطع خطوطاً طولية فى اليوم عند خطوط العرض الكبيرة أكثر مما تفعل عند الصغيرة ، وبقليل من الإبداع قد يفكر فى تطبيق نهايتى الأسطوانة جاعلا خطوط الطول تصغر عند خطوط العرض الكبيرة ، وفى النهاية عندما يجرب أن يستبدل أسطوانته بكرة سوف يجد قوانينه تتخذ شكلا بسيطاً بدرجة هائلة وقد اختفت منها كل غرابة ، فكل سفينة تتبع أقصر المسارات من نقطة لأخرى ، وتقطع رحلتها بسرعة منتظمة .

وحتى القوانين الأولى كانت قوانين صادقة ، لأنها مكنت المستمع من التنبؤ بدقة ، ولكنها لم تكن بسيطة لأن مكتشفها عبر عنها فوق خلفية سيئة ، وبمجرد انتقاله من خلفية لأخرى – من مسقط مستطيل إلى سطح كروى – تغيرت القوانين من كونها غريبة وإن كانت صادقة إلى قوانين بسيطة وصادقة ، ولهذا السبب بالذات سيعتبر غالبية الناس أن المجموعة الثانية من القوانين أفضل ، وبدون أن نعزو إلى « مصمم الكون » صفة لم ينزل بها سلطان نشعر بأن القوانين الأبسط أقرب بكيفيةٍ ما للحقيقة التى لن يمكننا أبدا أن نفهمها ، فهى أفضل

من القوانين المعقدة والغريبة – أو باختصار إن الاصطناع يأتى من الإنسان لا من الطبيعة ، وفى المثال الذى تناولناه للتو ، فمن الأصدق بالتأكيد أن نصور سطح الأرض كرويًا من أن نصوره مسطحاً .

وكذلك فى المشكلات الحقيقية للعلم ، يصدق كما لاحظ أينشتين أنه :

« عند كل تقدم هام يجد عالم الطبيعة أن القوانين الأساسية تُبسط أكثر وأكثر بتقدم البحث التجريبى ، وهو يندهش عندما يلاحظ كيف ينشأ النظام الاسمى مما ظهر من قبل وكأنه الفوضى ، وهو ما لا يمكن أن ننسبه إلى أسلوب عمل عقله الذاتى بل يرجع إلى خاصية تكمن فى عالم الإدراك الحسى » .

وهذا لا يبين فقط أن عقولنا متناسقة بكيفية ما مع طريقة عمل الطبيعة – وهو تناسق قارنه أينشتين بالتناسق الأزلى لليبنتز (ص ٤٤) . – بل أيضا أن استقصاءاتنا للطبيعة تسلك الطريق الصحيح ، ويبين كذلك أن البساطة الكامنة فى الطبيعة هى من النوع الذى تحكم « عقولنا » عليه بأنه بسيط ، ومن المحتمل فعلا أن تفوتنا ملاحظة أى نوع آخر من البساطة .

المصادرة على البساطة The Simplicity postulate

وهذا يفرض علينا إدخال مبدأ آخر ، إن لم ندخله إلى أسلوب الاستقصاء العلمى فعلى الأقل إلى ممارسة المناقشة الفلسفية ، هذا المبدأ هو مبدأ البساطة ، فعندما تكون هناك إمكانية لقيام فرضيتيْن ظنيتيْن ، فنحن نختار منهما مبدئيًا ما تحكم عقولنا بأنها الأبسط ، على افتراض أنها أدعى لأن تقودنا نحو الحقيقة ، وهو يتضمن كحالة خاصة

مبدأ أوكام القائل بأن : الموجودات لا تتكاثر إلا بالضرورة .

Occam's razor-entia non multiplicanda praeter necessitatem.

وليس هناك بالطبع معيار مطلق نقضى به لأيهما بأنه الأبسط ، وكملجأ أخير لابد أن تكون هذه مسألة حكم خاص ، وفى المثال الروائى الذى كنا نتناوله لا مجال هناك لأى شك ، أما فى التطبيق الفعلى للعلم فكانت هناك حالات اختلف فيها اثنان من الباحثين على أى الفرضيتين تعد الأبسط ، مثل نظريتى السائل الواحد والسائلين عن الكهرباء .

وتاريخ العلم يقدم أمثلة كثيرة لمواقف شبيهة بذلك ، فإذا بدأنا بأبرزها وهو النظام المشهور عن المدارات وأفلاك التداوير الذى وضعه بطليموس ptolemy وخلفاؤه العرب والذى مكنهم من التنبؤ بمواضع الكواكب فى المستقبل بدقة تكاد تكون كاملة ، ففى البداية افترضوا أن الشمس والقمر والنجوم تدور حول الأرض الثابتة فى المركز ، على حين تدور الكواكب حول مراكز أخرى تدور هى الأخرى حول الأرض ، وسرعان ما وجدوا أن هذا لا يتفق مع الحقائق بدقة ، واضطروا لتغيير المدارات قليلاً إلى مدارات مختلفة المراكز– ولم تعد الأرض ولا المراكز المتحركة فى موضع المركز تماماً بالنسبة للمدارات الموصوفة من حولها ، وأخيراً عندما تجمعت لديهم معارف أدق عن حركات الكواكب ركبوا فلك تدوير– فوق فلك تدوير حتى أصبح النظام بأكمله معقداً بدرجة هائلة .

وفعلا شعر كثيرون أنه أعقد من أن يتفق مع الحقائق النهائية ، ففى القرن الثالث عشر أُثر عن ألفونسو العاشر ملك قشطالة Alphonso of Castile قوله : إنه إذا كانت السموات على هذا النحوالمعقد فى الحقيقة . « فلعله كان أعطى الإله نصيحة طيبة لو أنه استشاره عند خلقها » . وفى تاريخ لاحق فكر كوبرنيق أيضاً أن نظام بطليموس أعقد من أن يكون حقيقيًّا ، وبعد سنوات من التفكير والجهد ، أوضح أن حركات الكواكب يمكن أن توصف ببساطة أكبر

بكثير إذا غيرنا خلفية هذه الحركات : لقد اتخذ بطليموس لنظامه أرضا ثابتة ، أما كوبرنيق فاستبدلها بشمس ثابتة ، ونحن نعرف اليوم أنه لا الأرض ساكنة ولا الشمس بالمعنى الحقيقى للسكون ، ولكننا نعرف كذلك لماذا يكون افتراض ثبات الشمس لا الأرض مصدراً لتعقيدات أقل ، ولماذا أيضاً يكون من الأقرب للحقيقة أن نقول إن الأرض تدور حول الشمس بدلا من أن نقول إن الشمس تدور حول الأرض .

ولعلنا نلاحظ أن كوبرنيق لم يزعم لفرضياته الصدق المطلق ، وصرح بأنه ليست هناك حاجة لأن تكون حقيقية أو حتى مقنعة ، بل يكفى لها أن توفق بين المشاهدات والحسابات .

"Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant".

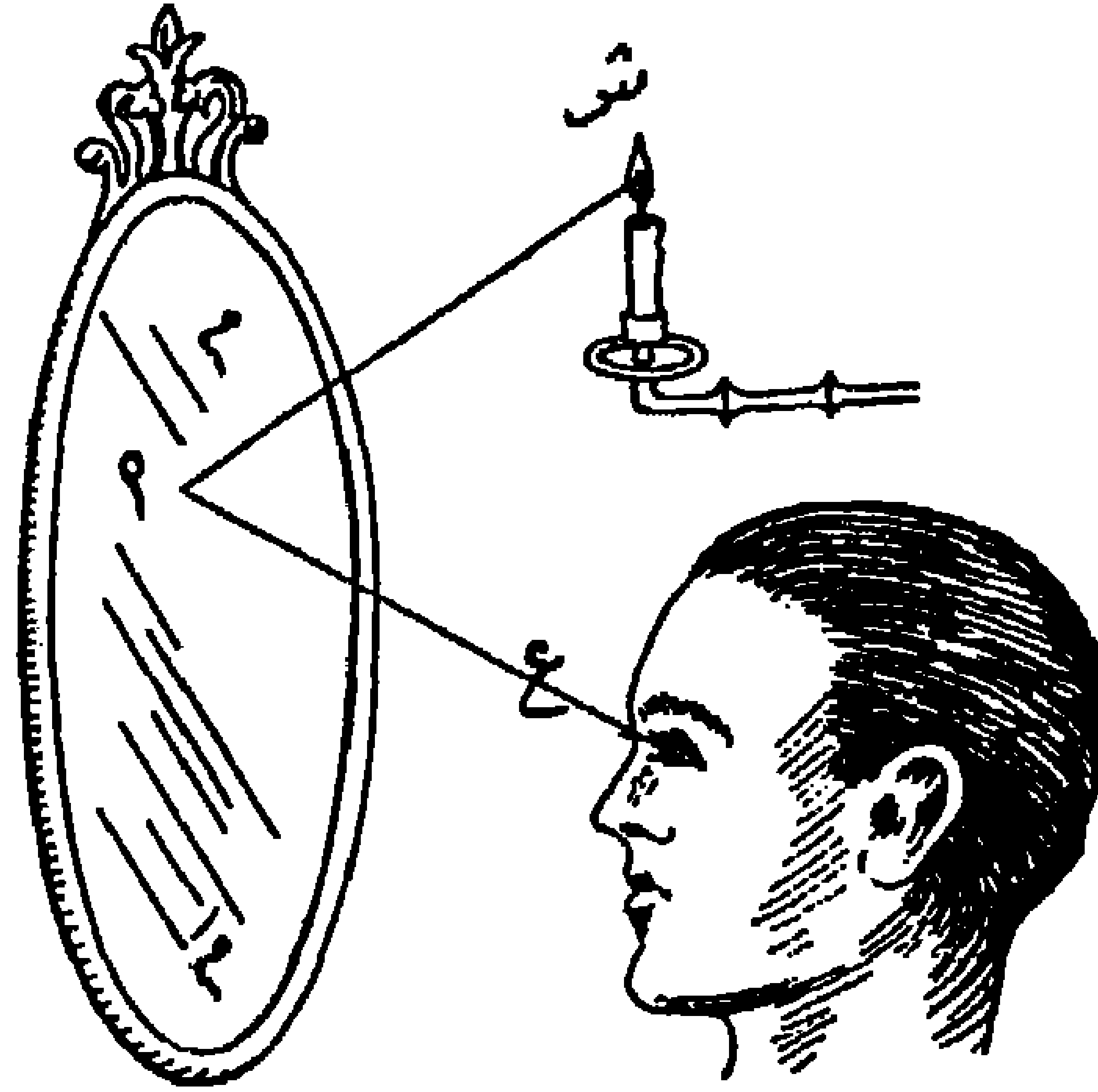
وهذا يبدو وكأنه يبشر بمبادئ وضعية ، ولعله كان مجرد محاولة لاسترضاء القراء من رجال الكنيسة والمتدينين الذين قد يرعبهم مضمون الفرضية الجديدة .

ومع ذلك اضطر كوبرنيق للاحتفاظ ببعض أفلاك التداوير الصغرى ليجعل نظامه متفقاً مع حقائق المشاهدة ، وهى النتيجة الحتمية كما نعرف الآن لتسليمه بأن مدارات الكواكب دائرية : فلم يجرؤ هو أو أى شخص آخر على تحدى مبدأ أرسطو القائل بأن الكواكب لابد بالضرورة أن تتحرك فى مدارات دائرية ، باعتبار أن الدائرة هى المنحنى الوحيد الكامل ، وبمجرد أن أتى كبلر Kepler بالمدارات البيضاوية بدلا من دوائر كوبرنيق ، رؤى أن أفلاك التداوير لا داعى لها ، واتخذت نظرية حركات الكواكب شكلا فائق البساطة – وهو الشكل الذى قدر لها أن تحتفظ به لأكثر من ثلاثة قرون ، حتى أدخلت عليها نظرية النسبية لأينشتين قدراً أكبر من التبسيط ، وهو ما سنتعرض له حالا .

تقدم لنا النظرية المحدودة (أو الفيزيائية) للنسبية مثالا ثانياً لنفس الموضوع ، فميكانيكا نيوتن بخلفيتها المعتمدة على المكان والزمان المطلقيْن تفسر حركة الأشياء بصورة حسنة مادامت سرعاتها لا تقارن بسرعة الضوء ، ولكن كما أوضحت التجربة فى النهاية لا يمكنها أن تشرح حركة الأشياء المتحركة بسرعةٍ إلا مقابل إدخال تعقيدات شديدة ، فالأشياء المتحركة بسرعة يجب أن تتقلص وتتخذ أشكالا جديدة ، على حين لم يفلح أحد فى أن يخبرنا بما يحدث للأشياء التى تدور بسرعة ، وأدخلت نظرية النسبية تبسيطاً هائلاً على الموضوع بأكمله عندما ألغت المكان والزمان المطلقيْن اللذين أتى بهما نيوتن كخلفية للحركة ، واستبدلت بهما وحدة المكان - الزمان (المشروحة ص ٩١)

أما النظرية العامة (أو التجاذبية) للنسبية فتقدم لنا مثالاً أخاذاً لنفس الموضوع فنظرية نيوتن عن الجاذبية ، والتى تتطلب من الكواكب أن تدور حول الشمس فى مدارات بيضاوية ، قدمت عرضاً ممتازاً لحركات الكواكب الخارجية ، على حين فشلت مع الداخلية وبذلت محاولات لمعالجة هذا الفشل بإدخال تعديل طفيف على قانون نيوتن للجاذبية ، فافترض أن الشمس محاطة بسحب من الغازات أو الأتربة تعوق الحركة الحرة للكواكب الداخلية كما فكروا فى حلول أخرى متعددة ، وبعد ذلك جَلَتْ النظرية النسبية للجاذبية الموقف كله فى ضربة واحدة ، برفضها قوى التجاذب التى افترضها نيوتن بأكملها ، بأن أدخلت فكرة الانحناءات على وحدة المكان - الزمان التى تصور عليها حركات الكواكب ، ومرة ثانية كان التغيير من خلفية غير مناسبة إلى خلفية مناسبة ، فالحركة الكلية للكواكب وغيرها من الأجسام ، وكذلك أشعة الضوء يمكن الآن وصفها فى عبارة بسيطة على أنها جميعا تصف جيوديسات أى تتخذ أقصر طريق ممكن من نقطة إلى نقطة - فى وحدة المكان والزمان المنحنية الجديدة .

والتبسيط الذى أدخله هذا التغيير لم يكن هائلا فى حد ذاته فحسب ، بل كان فى نفس الخط مع تبسيطات سابقة ، بنيت جميعها على فكرة طول المسار أو أى كمية مشابهة تتخذ أقصر قيمة ممكنة بالنسبة لها .



شكل «٢»

وأول ما ظهر هذا المبدأ كان فى علم البصريات ، فإذا كانت شمعة تحترق عند (ش) ، وعينى عند (ع) تنتظر إلى المرآة (م مَ) ، فسوف يبدو لى أنى أرى الشمعة عند نقطة فى المرآة ولتكن (أ) ، وهذا يبين أن أشعة الضوء تنتقل عبر المسار (ش أ ع) من الشمعة إلى عينى وليس خلال طرق أخرى ، لأنها إذا انتقلت عبر أى مسار آخر مثل (ش ب ع) أيضا ، فلابد أن يبدو لى أنى أرى شمعتين عند كل من (أ) ، (ب) وهو ما لا يحدث ، لقد انشغل هيرو الإسكندرى Hero of Alexandria بمشكلة اكتشاف ما يميز المسار (ش أ ع) بصفة خاصة والذى يسلكه الضوء بالفعل عن أى مسار آخر ممكن غيره مثل (ش ب ع) ، الذى قد يسلكه الضوء ولكنه لا يسلكه ، فوجد أن

(ش أ ع) هو أقصر مسار من (ش) إلى (ع) يلمس المرآة فى طريقه ، وحتى إذا انعكس الضوء من مئات المرايا فمازال المسار يحكمه نفس المبدأ ، إنه أقصر مسار يمكن إيجاده ، وبحيث يلمس كل المرايا بالدور ، ويمكن بدلا من ذلك أن نصف المسار على أنه أسرع مسار من (ش) إلى (ع) ، فالضوء يختار مساره وفقا لمبدأ إضاعة أقل وقت ممكن فى طريقه .

وأوضح فيرمات (١٦٠١ - ١٦٦٥) أن هذا المبدأ الأخير مازال يتحكم فى المسار عندما ينتقل الضوء عبر الماء أو الزجاج أو أى مادة أخرى كاسرة للضوء ، وعلى هذا فمن الصحيح تحت كل الظروف أن الضوء ينتقل دائماً عبر أسرع طريق ، وهذا يقدم لنا مثلا آخر على البساطة الهائلة التى يشير إليها أينشتين (ص ١٤٧) .

وبعدها فكر موبرتيوس Maupertius (١٦٩٨ - ١٧٥٩) فى أن حركات الأشياء الملموسة لابد أن تتفق مع مبدأ مشابه لذلك ، محتجاً بأن الكمال الإلهى يتعارض وأى استهلاك للطاقة بواسطة الأجسام المتحركة ، يزيد على الحد الأدنى المطلق الضرورى لانتقالها من مكان لآخر ، وبمرور الوقت وجد أن مثل هذا المبدأ يحكم حركة كل الأجسام ذات الحجم الملموس - ألا وهو مبدأ « أقل أداءً » Least Action وهذا المبدأ يحتوى على ميكانيكا نيوتن والميكانيكا الكلاسيكية كحالتين خاصتين ، بحيث لا يشمل الأنشطة الميكانيكية وحدها ، بل يشمل معها الأنشطة الكهربية والمغنطيسية ، وخير ما يوضح لنا ذلك المبدأ هو التشبيه البسيط التالى :

عندما أستأجر سيارة تاكسى ، فإن عداد التاكسى يحاسبنى على التكاليف على أساس موضعى ، وعلى أساس السرعة التى أنتقل بها ، فعلى أن أدفع مبلغاً معيناً كل خمس دقائق عندما أكون متوقفاً داخل المدينة ، ومبلغاً آخر كل

خمس دقائق عندما أنتقل بسرعة ١٥ ميلا فى الساعة داخل المدينة ، وضعف هذا المبلغ عندما انتقل بسرعة ٣٠ ميلا فى الساعة داخل المدينة ، لنتخيل الآن أن كل شىء يتحرك فى الكون ملحق به عداد للتاكسى ، يحسب التكاليف تبعاً لكل من سرعة الحركة وموضع الشىء ، ولتكن كل الأشياء متحركة لفترة معينة ولتكن ساعة ، وفى نهاية الحركة نجمع كل التكاليف كما تبينها عدادات التاكسى ، يخبرنا مبدأ « أقل أداء » أن الأشياء الفعلية فى الطبيعة تختار مساراتها بحيث تجعل التكلفة الكلية كما تبينها كل عدادات التاكسى أقل ما يمكن - « فالطبيعة » التى ترفض بعناد أى تكاليف غير لازمة ، تختار دائماً أرخص الطرق .

لنفرض مثلا أن جُسَيْماً مفرداً يجب أن ينقل خلال فترة محددة من نقطة (أ) إلى نقطة أخرى (ب) ، عبر منطقة تكون الظروف عندها موحدة بصفة مطلقة ، وبحيث تكون تعريفة التاكسى موحدة أيضاً ، ستكون أرخص طريقة للقيام بالرحلة هى الانتقال فى خط مستقيم تماماً ، بسرعة منتظمة تماماً ، وهو ما يدل عليه قانون نيوتن لحركة هذا الجُسَيْم ، أو لنفرض أن كوكباً عليه أن ينقل من موضعه الحالى إلى الموضع الموازى عند الناحيّة الأخرى من الشمس ، سيكون أقصر الطرق هو المستقيم خلال مركز الشمس ، ولكن التعريفة تكون باهظة فى المجالات المغنطيسية الشديدة ، لهذا فالتكاليف عبر هذا الطريق ستجعله ممنوعاً ، ونجد أنه يمكن تجنب هذه التكاليف الفادحة بسلوك مسار منحن حول الشمس ، حتى إذا كان هذا يطيل الرحلة بعض الشىء ، فإن ظل جزء من الطريق يمر قريباً من الشمس ، فمن الأرخص أن يقطع هذا الجزء من المرحلة بسرعة عالية ، حتى يقضى أقل وقت ممكن فى منطقة التعريفة الباهظة ، وسنحتاج للتحليل الرياضى الدقيق لنحسب بالضبط كيفية التوفيق بين المسار

والسرعة لكى تختصر التكلفة الكلية إلى الحد الأدنى المطلق ، وهو ما يخبرنا بوجوب أن يكون المسار بيضاويًّا بحيث تشغل الشمس إحدى بؤرتيه ، وهذا بالضبط هو المسار الذى تتطلبه ميكانيكا نيوتن ، ولكننا نلاحظ أنه لم يعتمد فى تخطيطه على تأثير « قوى » من النوع (النيوتنى) .

يقوم مبدأ « أقل أداء » منطقيًّا وإلى حدٍ ما زمنيًّا كخلف مباشر لمبدأ « أقصر فترة » عند هيرو وفيرمات ، ويأتى مبدأ « أقصر مسافة » أو الجيوديسات فى المكان – الزمان المنحنى للنسبية فيتبع نفس السلسلة بوضوح ، فهو يأتى بتبسيط كبير بتحوله إلى الخلفية الجديدة المكونة من المكان المنحنى – مثل تحول الخلفية عند مستمع الراديو الذى ذكرناه عندما تحول من مسقط مستطيل إلى سطح كرى منحن ، وأن مبدأ « أقصر مسافة » مثل مبدأ « أقصر فترة » ومبدأ « أقل أداء » يظهر ببساطة شديدة تفترض أننا نتصل عن قرب بالدلالة الصادقة للعمليات الطبيعية .

أما نظرية الكم القديمة فلم تظهر أى بساطة من هذا النوع ، ولا حاجة لأن نشغل أنفسنا بها أكثر من ذلك ، فقد اتضح أنها كانت مجرد هجين غير كاف بين الميكانيكا الكلاسيكية ونظرية الكم الحديثة ، فهى فى الحقيقة تعد المحاولة الأخيرة اليائسة لتمثيل الطبيعة فوق خلفية من الزمان والمكان .

فى نظرية الكم الحديثة تظهر نفس البساطة واضحة تماماً وبنفس الصورة ، وإلى الحد الذى يذهب الوصف الرياضى الشكلى إليه ، فالنظرية تعتبر امتداداً أصيلاً للميكانيكا النيوتينية القديمة ، إلى حد أن نفس المعادلات الرياضية تصلح لوصف كليهما ونخص بالذات المعادلات التلامسية التى تحدثنا عنها (ص١٥٦) ، فهى بدورها تعبير عن مبدأ « أقل أداء » .

إلا أن التمثيلات التصويرية التى يجب أن نعطيها لهذه المعادلات تختلف تماماً

فى الحالتيْن ، فالميكانيكا الكلاسيكية ظهرت للوجود فى محاولة لوصف الحركات المستمرة للأشياء بتأثير الدفع والجذب ، وهى تُفسر دائماً بهذه الطريقة ، أما ميكانيكا الكم الحديثة فمن المستحسن أن نفسرها على أنها وصف لحالات مطردة عندما لا توجد حركة أو تكون حالة الحركة لا تتغير ، ومن حين لآخر كما رأينا تحدث قفزة من إحدى هذه الحالات المطردة إلى غيرها ، وتوجه ميكانيكا الكم الحديثة عنايتها نحو قفزات من هذا النوع لا نحو التغيرات التدريجية ، هل هذه القفزات هى نهاية المطاف ؟ أو هل تفسح المجال فى النهاية أمام نوع من الحركات المستمرة السريعة لا نعرف عنه شيئاً حتى الآن ، لا بالمشاهدة ولا بالبحث النظرى ؟ لا يمكننا ببساطة أن نحكم على ذلك .

ونعود فنقول إن الاختلاف الأساسى بين الميكانيكا القديمة والحديثة هو اختلاف فى الخلفية ، فالميكانيكا الكلاسيكية ونظرية الكم القديمة سلما معاً بأن العالم بأكمله موجود فى الزمان والمكان ، أما الميكانيكا الحديثة فهى ببساطة شديدة تعبر عن نفسها من خلال لغة تستخدم رموزاً تفسر أفضل تفسير عندما تتجاوز حدود المكان وقيود الزمان ، وفى التعامل على المكان والزمان تدخل نظرية الكم الحديثة خلفية جديدة تأتى ببساطة هائلة وبهذا فمن المحتمل أنها تقترب بدرجة أكبر من الحقيقة النهائية ، وفى الانتقال من الميكانيكا القديمة إلى الحديثة يظل الوصف الرياضى للنسق الذى تسير عليه الأحداث تقريباً بدون تغيير ، على حين يتغير التفسير الذى نعطيه للرموز تغيراً تاماً .

يعد تاريخ الفيزياء النظرية سجلا لمحاولة إعطاء الصيغ الرياضية التى كانت صحيحة أو قريبة جداً من الصحة رداءً من التفسيرات الفيزيائية التى كانت غالباً على خطأ شديد ، فعندما اكتشف نيوتن قوانين الحركة لنظام ميكانيكى وهى قوانين صادقة (بصرف النظر عن بعض التحسينات البسيطة التى أضافتها

نظرية النسبية) ، اتجه العلم في مسار خاطئ لمدة قرنين عندما فسرها بمصطلحات القوى والمكان والزمان المطلقين ، وحدث نفس الشيء مع قوة الجاذبية التي افترضها ، كذلك عندما اكتشف القوانين الحقيقية لانتشار الضوء فسر على أنه انتشار للموجات في أثير افترضوا أنه يملأ الفضاء بأكمله ، وهكذا وضع العلم في طريق خاطئ قدر عليه أن يسلكه حوالى قرنين .

والآن وقد بدأت الفلسفة تستفيد من نتائج العلم ، لم يحدث هذا باستعارة الوصف الرياضى المجرد لنسق الأحداث ، بل باستعارة الوصف التصويرى السائد لهذا النسق ، وعلى هذا فهى لم تكتسب معرفة مؤكدة بل مجرد تخمينات ، هذه التخمينات كانت كافية لعالم المقاييس الإنسانية ، والتى تقترب بنا من الجوهر الصادق للحقيقة .

أعقب هذا أن المناقشات الفلسفية القياسية لكثير من المشكلات مثل السببية وحرية الإرادة أو مشكلة المادية والذهنية ، بنيت على تفسير لنسق الأحداث لم يعد مقبولا ، فقد اكتسح الأساس العلمي لهذه المناقشات القديمة ، وباختفائها اختفت كل القضايا بالطريقة التى طرحت بها ، والتى بدا أنها تتطلب قبول المادية والحتمية ورفض حرية الإرادة الإنسانية ، وهذا لا يعنى أن النتائج التى سبق التوصل إليها خاطئة بالضرورة ، فمن الممكن أن تقودنا قضية سيئة إلى نتيجة حسنة ، ولكنه يعنى أن علينا مراجعة الموقف بأكمله من جديد ، فكل شيء قد عاد لبوتقة الانصهار وعلينا أن نبدأ من جديد محاولين اكتشاف الحقيقة على أساس الفيزياء الحديثة ، وبصرف النظر عن معرفتنا لنسق الأحداث ، فليس أمامنا من الأدوات إلا مبدأ الاحتمالات ومبدأ البساطة .

الصورة الجديدة للفيزياء الحديثة

قد يكون من الأنسب أن نبدأ بالأشياء التى نملك عنها أوثق معرفة ، ألا وهى أنفسنا وإحساساتنا ، فهذه الإحساسات تأتى إلينا من خلال حواسنا ، وأهم هذه الحواس هى حاسة الإبصار ، فنحن نرى من خلال تأثير الإشعاع على الشبكية ، ويأتى الإشعاع على هيئة وحدات منفردة نسميها فوتونات ، وتعمل أعضاء الإحساس الأخرى بطريقة مشابهة ، بحيث تنشأ أصغر وحدات الإحساس عن وصول كمة منفردة من الطاقة من العالم الخارجى .

ورأينا أن الفوتونات يمكن تمثيلها على أنها تنتقل فى مكان ذى ثلاثة أبعاد ، ولعلنا نطابق فورا بين هذا المكان والمكان الذى نألفه فى حياتنا اليومية ، لأن المكان عند الإنسان العادى يقصد به المكان الذى تنتقل خلال الفوتونات إلى عينيه ، فهو المكان الذى يبدو له فيه أنه يرى الأشياء تلمع أو تعكس الضوء ، تتحرك أو تقف ساكنة ، وهو المكان الذى يقابل فيه أصدقاءه .

تنهى هذه الفوتونات رحلاتها بأن تسقط على أعيننا ، مؤثرة بهذا فى وعينا ، ولكنها أبعد ما تكون عن المقذوفات التى تتساقط عشوائيًّا ، فإذا وقفنا فى الخلاء فى ليلة صافية ، فسوف نجد أن بعض الاتجاهات فى الفضاء تأتى منها الفوتونات فى تيار مستمر ، وأن بعضها لا تأتى منها فوتونات إطلاقاً ، ومن خلال مثل هذه المشاهدات نستدل على وجود مصادر معينة مستديمة للفوتونات ، أو بصورة أعم ، مصادر مستديمة للإحساسات ، نطلق عليها لقب المادة .

وهذا يقودنا إلى التسليم بوجود عالم من الفوتونات والمادة ، موجود فى المكان المألوف ، وهو ما يصفه الشخص العادى بالعالم العادى ، إلى هذا الحد

فالعالم المادى ما هو إلا مجرد تركيب ذهنى خاص بنا ، فالمكان هو مكاننا الإدراكى الحسى ، ولعله لا وجود له بعيداً عن وعينا الذاتى ، فإذا استغرقنا النوم ، أو إذا توقفت حواسنا عن العمل لأى سبب آخر لفترة من الزمن ، فسوف نجد عند إفاقتنا مصادر جديدة للإحساسات من المعقول أن نطابق بينها وبين المصادر القديمة ، فحجرة النوم التى أجدها فى الصباح عندما أصحو مشابهة بالضبط للحجرة التى تركتها عندما استغرقنى النوم ، لدرجة أن القضية تصبح بسيطة بساطة هائلة عندما أسلم بأنها نفس الحجرة ، وأنها ظلت موجودة طول الوقت .

ووفق المبدأ نفسه ، يمكن التعرف فى القمر والكواكب والنجوم خارج الحجرة على الأشياء التى تركتها عندما استغرقنى النوم ، برغم أن هؤلاء لم يعودوا فى نفس مواضعهم ، فعندما ندرس هذه التغيرات فى المواضع . فسوف نجدها بالضبط مساوية لما قد يحدث إذا رسمت الأجسام جيوديسات فى وحدة مكان – زمان منحنية من النوع الذى وصفناه من قبل (ص ٩١) ، لقد ضمنا الآن مكسباً هائلا من البساطة بافتراض أن مكاناً – زماناً منحنياً ظل متواجداً فى أثناء نومى ، وأن الأجرام الفلكية كانت تتحرك فيه ، وعلى هذا نستخلص بقدر كبير من الاحتمال ، أن وحدة المكان – الزمان والأشياء التى تصور فيها لا يمكن أن تكون مجرد تركيبات من صنع عقولنا المنفردة ، بل لابد أن لها وجوداً مستقلاً ، ومع ذلك فنحن نعرف أن المكان والزمان منفصليْن ما هما إلا تجريدان تصنعهما عقولنا المنفردة من وحدة المكان – الزمان ، وهذا بالطبع لا يتعرض للسؤال الذى سنرجع إليه فيما بعد وهو : هل المكان والزمان والعالم المادى من جوهر ذهنى أو لا ؟ فلعلهم تركيبات من صنع وعى أسمى من وعينا ، وطالما وضعنا فى الاعتبار إحساساتنا وحدها ، فلا فرق بين أن نعتبر العالم تركيبة ذهنية أو أن ننظر

إليه على أن له وجوداً خاصاً مستقلاً عن العقل – فالنقطة الجوهرية الآن هى أنه لا يمكن أن يكون تركيبة ذهنية خاصة بنا .

المظهر والحقيقة

يؤكد مبدأ المادية على أن المكان والزمان والعالم المادى يشكلون الحقيقة الكاملة ، فقد اعتبر الوعى مجرد حدث ضئيل فى تاريخ العالم المادى ، فهو أقرب لأن يكون حادثاً عرضيًّا من نوع استثنائى ، فى الفوضى الناتجة عن الحركات العشوائية للفوتونات والالكترونات والمادة على وجه العموم ، وفسر التفكير على أنه حركة ميكانيكية فى المخ ، والعاطفة على أنها حركة ميكانيكية فى البدن ، وجاء وقت بدا فيه أن العلم يدعم هذا المبدأ دعماً قويًّا ، فالوعى لم يكن يمارس إلا مقترنا بالمادة ، فمن الواضح أن الحالة الذهنية لأى إنسان تتأثر بالطعام والشراب والعقاقير التى تعطى لجسمه ، وفكر الكثيرون أنه من الممكن تفسير كل الأنشطة الذهنية على ضوء العمليات الجسمانية – الذهنية التى تحدث فى جسم صاحبها ، وفى الوقت نفسه كان علم الفلك يكتشف أن جزءاً تافهاً من الفضاء إلى حد لا يمكن تصوره هو الذى يسعه أن يهيئ وجوداً لحياة من النوع الذى نعرفه ، وبدا أنه من المستحيل أن يحتوى باقى الكون على أى شىء سوى المادة الجامدة غير الحية ، وكان من الصعب تخيل أن للوعى هذه الأهمية الأساسية فى مثل هذا العالم .

تقترح الفيزياء الحديثة أنه إلى جانب المادة والإشعاع اللذين يمكن تمثيلهما فى المكان والزمان المألوفيْن ، لابد أن توجد مكونات أخرى لا يمكن تمثيلها بنفس الكيفية ، وتلك المكونات حقيقية تماماً مثل المكونات المادية ، ولكنها لا تستطيع أن تفتن حواسنا بطريقة مباشرة ، وعلى هذا فالعالم المادى كما حددناه

من قبل يشكل عالم المظهر بأكمله ، ولكنه لا يشكل كل عالم الحقيقة ، ولعلنا نفكر فيه على أنه يكون مقطعاً عرْضِيًّا فحسب من عالم الحقيقة .

قد نصور عالم الحقيقة على أنه مجرى عميق متدفق ، وعالم الظواهر على أنه سطحه الذى لا يمكننا أن نرى ما وراءه ، والأحداث التى تقع فى أعماق المجرى تقذف إلى أعلى بفقاقيع ودوامات تظهر على السطح ، فهذه هى تحولات الطاقة والإشعاع التى نألفها فى حياتنا المشتركة ، والتى تؤثر على حواسنا ومن ثم تنشط عقولنا ، وتحتها توجد مياه عميقة لا نعرفها إلا بالاستدلال ، وهذه الفقاقيع والدوامات تظهر خصائص ذريّة ، ولكن ليس لدينا علم بأى ذريّة موازية فى التيارات السفلية .

هذه الثنائية من المظهر والحقيقة تتخلل تاريخ الفلسفة ، وهى أيضاً ترجع إلى أفلاطون ، ففى تشبيه مشهور ، صور أفلاطون البشر وكأنهم مقيدون بالسلاسل فى كهف بحيث يمكنهم فقط أن ينظروا إلى الحائط الذى يصنع خلفية الكهف ، فلا يمكنهم أن يروا الحياة النشطة فى الخارج ، بل الظلال فقط – أو الظواهر – التى تلقى بها الأشياء وهى تتحرك فى ضوء الشمس على جدران الكهف ، فبالنسبة للأسرى فى الكهف ، تشكل الظلال عالم المظهر بأكمله – أو عالم الظواهر – أما عالم الحقيقة فيبقى إلى الأبد بعيداً عن مداركهم .

يتكون عالمنا الظاهرى من أنشطة المادة والفوتونات ، ومسرح هذا النشاط هو المكان والزمان ، وعلى هذا فجدران الكهف أو السجن الذى نعيش فيه هى المكان والزمان ، وظلال الحقيقة التى نراها معروضة على الجدران بفعل ضوء الشمس فى الخارج هى الجُسَيْمات المادية التى نراها تتحرك فوق خلفية من المكان والزمان أما الحقيقة خارج الكهف التى تحدث هذه الظلال فهى خارج المكان والزمان .

اعتبر كثير من الفلاسفة عالم الظهور على أنه نوع من الوهم من قبيل ما تخترعه أو تختاره عقولنا ، فهو من حيث وجوده فى ذاته أقل من عالم الحقيقة الذى يقوم من تحته ، والفيزياء الحديثة لا تؤكد هذا الرأى فهى ترى الظواهر جزءاً من العالم الحقيقى لا يقل أبداً عن الأسباب التى تحدثها فهى ببساطة تلك الأجزاء من العالم الحقيقى التى تؤثر على حواسنا ، على حين أن المكان والزمان اللذيْن تقع فيهما الظواهر يُعدّان من نفس نوع الحقيقة كالطبقة السفلية التى تتحكم فى حركاتها . . إن جدران الكهف والظلال حقيقة تماماً كالأشياء الخارجية الموجودة فى ضوء الشمس .

وكما بينت الفيزياء الحديثة ، فإن كل الأنظمة الفيزيائية القديمة ابتداء من ميكانيكا نيوتن حتى نظرية الكم القديمة ، ارتكبت نفس الغلطة ، غلطة اعتبار أن المظهر هو الحقيقة ، فقد قصرت اهتمامها على جدران الكهف ، بدون أن تعى وجود حقيقة أعمق من خلفها ، أما نظرية الكم الحديثة فقد بينت أنه علينا أن نغوص فى الطبقة العميقة للحقيقة قبل أن نتمكن من فهم عالم المظهر ، إلى درجة تسمح لنا بالتنبؤ بنتائج التجارب .

السبب فى ذلك ، أنه مهما كان ما يحدث فى الحقيقة ، فليس هناك ما يبرر أن تتغير الظلال على الحائط وفقاً لقانون سببى ، فقد توجد ترتيبات مختلفة متعددة للأشكال فى ضوء الشمس بالخارج ، تحدث كلها نفس المنظر للظلال على الحائط ، وهذه الترتيبات المتعددة سيتبعها ترتيبات جديدة لن تختلف فقط فى حد ذاتها بل قد تحدث ظلالا مختلفة على الحائط ، وهو نفس ما يحدث فى عالم المظهر ، فالتجارب التى تتطابق تماماً فى عالم الظواهر قد تحدث نتائج مختلفة تماماً ، وبهذه الطريقة تختفى السببية من عالم الظواهر .

ولكنها تعود من جديد عندما نستكشف طبقة الحقيقة وإن كانت فى زى

جديد غريب ، والسبب فى هذا أنه ليس فى متناولنا سوى فوتونات كاملة ، وهذه تشكل مجسات خشنة ، لذلك لا يمكننا أبدا أن نرى عالم الظواهر فى وضوح أو تَميُّز ، سواء بحواسنا أو بأدواتنا ، فبدلا من أن نرى جُسَيْمات محددة بوضوح ، وموضوعه فى المكان بوضوح ، وتقوم بحركات واضحة ، بدلا من ذلك لا نرى سوى مجموعة من اللطخات ، وكأننا نشاهد شرائح على فانوس سحرى غير مضبوط ، وكما رأينا (ص ١٩٣) فهذا وحده يكفى لإلغاء السببية الصارمة التى نشاهدها باستمرار فى عالم الظواهر.

كل لطخة تمثل الكيان غير المعروف الذى تصفه الصورة الجُسَيْمية بالجُسَيْم ، وقد تصور اللطخات على أنها اضطرابات إذا توفرت لنا مَجَسَّات مصقولة صقلا لا نهائيًا ، أو قد نعود فنفسر الموجات على أنها تمثلات للمعرفة — فهى لا تقدم لنا صورة لجُسَيْم ، بل لما نعرفه عن موضع وسرعة حركة الجُسَيْم وعلى هذا تبدى موجاتُ المعرفة حتميةً كاملة ، فهى فى انتشارها تقدم لنا معرفة تنمو من معرفة ، وعدم تحديد يتبع عدم تحديد وفقاً لقانون سببى صارم ، ولكن هذا لا يفيدنا بشىء جديد ، فلو أننا كنا نجد معرفة جديدة تظهر أمامنا من تلقاء نفسها ، لا استنتاجاً من معرفة سابقة ، لكنا فوجئنا بأمر مدهش للغاية وله أهمية فلسفية عميقة ، ولكننا لا نجد بالفعل إلا ما نتوقع حدوثه ، وتبقى مشكلة السببية كما هى لا تتغير.

الذهنية أو المادية

إلى جانب ثنائية المظهر والحقيقة ، يبدى كثير من الصور فى العالم ثنائيةً أخرى ، هى ثنائية العقل والمادة أو الجسم والنفس.

وهى أيضاً على حد معرفتنا ، بدأت بأفلاطون ، فقد رأينا كيف تتكون

صورته عن العالم من صور توجد فقط فى عقولنا ، ومن موضوعات رأى أفلاطون أنها تعرض طبعة الصورة وبذا فهى تمثل خصائص الصور ، واعتقد أفلاطون أن الصور على درجة من الحقيقة تعلو على الأشياء المادية التى تمثلها بحيث يكون العالم أولاً : عالم أفكار ثم ثانياً : عالم أشياء مادية .

ثم رأينا كيف أن ديكارت بعدها بألفى عام ، رسم للعالم صورة برز فيها العقل والمادة من جديد ، ولكنهما كانا فى هذه المرة متميّزيْن تماماً فى جوهرهما إلى الحد الذى يمنع أيهما من التأثير فى الآخر .

وبعدها أتى الفلاسفة المثاليون ، فأبقوا على تقسيم العالم إلى عقل ومادة ، ولكنهم احتجوا بأن المادة ليس لها وجود قائم بذاته ، فهى من نفس جوهر العقل ، وهى لا توجد إلا كمخلوق للعقل ، وبزعامة الأسقف بركلى Berkeley توصلوا إلى استنتاجاتهم من خلال قضية ذات شقيْن .

القضيةُ الأولى للذهنية :

القضية الأولى من نوع تعرضنا له من قبل ، فقد قسم جاليليو ، وديكارت ولوك وغيرهم صفات الأشياء والمواد إلى قسمين وصفهما لوك Locke بالصفات الأولية والثانوية ، والصفات الثانوية هى التى تدرك بالحواس وعلى هذا فقد يختلف المدركون فى تقريرها ، أما الصفات الأولية فهى جوهرية بالنسبة للشىء أو المادة وعلى هذا فهى كامنة فيه سواء أدركتها الحواس أو لم تدركها .

ورأينا أن الفيزياء لا تؤيد مثل هذا التقسيم للصفات إلى أولية وثانوية ، والتقى القائلون بالمثالية مع علماء الفيزياء فى هذا ، ولكن بينما اعتبر الفيزيائيون أن كل الصفات الفيزيائية أولية ، بالمعنى الذى قصده لوك عندما قال : «لا يمكن فصلها عن الجسم نهائيًّا مهما تكن حالته» ، احتج القائلون

بالمثالية بأن الصفات كلها ثانوية حيث يجوز أن يختلف تقديرها باختلاف المدركين لها حسيًّا ، فقد تبدو زهرة قرمزية بالنسبة لشخص وأرجوانية لآخر ، كذلك قد تبدو ساق السوسة صغيرة بالنسبة لإنسان على حين يبدو حجمها ملائماً بالنسبة لصاحبتها وهكذا ، لذلك احتجوا بأن اللون والحجم لا يمكن أن يعتبرا خصائص موضوعية للأشياء ، فهما لا يكمنان فى الأشياء نفسها بل فى العقول التى تدرك الأشياء حسيًّا ، وإذا كان الشىء لا يخرج عن أنه مجموع صفاته ، فعندما تكون جميع صفاته كامنة فقط فى عقول تدركه حسيًّا ، فالشىء نفسه لابد أن يسلك نفس الأسلوب ، أى أن الشىء باختصار يتكون من جوهر الأفكار ، والوجود ما هو إلا كون الشىء مُدْرَكاً حسيًّا بواسطة أحد العقول .

لو كان الأمر كذلك ، لأصبح أى شىء غير موجود عندما لا يدركه أى عقلٍ حسيًّا ، ولكن كوكب بلوتوكان بالتأكيد موجوداً ، ويمكنه طبع صورته على الألواح الفوتوغرافية لعدة سنوات من قبل أن يخطر ببال أحد ، وبالنسبة لكل المظاهر فالأشياء تسير سيرها المعتاد داخل الغرفة الخالية ، فالنار تستمر فى الاشتعال ، والساعة تعين الوقت ، وعندما نعود للغرفة لا نجد مبرراً للشك فى أن الساعة والنار خرجا من الوجود فى أثناء غيابنا ، وتغلب بركلى على مثل هذه الصعوبات بافتراضه ، أنه حتى إذا غاب الشىء عن الإدراك الحسى لأحد العقول البشرية لبعض الوقت فإنه يظل موجوداً دائماً من خلال إدراك العقل الإلهى له باستمرار ، وعلى هذا أصبح العالم بأكمله فكرة فى عقل الله .

ووجدنا من قبل ما يبرر للعلم ألاّ يؤيد القضايا التى تفترض أن الأشياء هى مجموع صفاتها الثانوية (ص١٢٩) ، والسبب فى ذلك هو باختصار كما يلى :

مهما كانت مقدرة الزهرة الحمراء على إحداث إحساس بالاحمرار فى عقل إنسان ، فإن لها كذلك مقدرة على أن تعكس الضوء الأحمر سواء وجد من

يراها أو لم يوجد ، وهو أمر يسهل إثباته باستعمال الفوتوغرافيا ، هذه المقدرة بكل وضوح صفة أولية لكونها «لا يمكن فصلها عن الجسم مهما تكن حالته» . ولا يمكن لقضية بركلى أن تتعرض لهذا ، إن قضية بركلى يصيبها الفشل لأنه لم يتبين أن كل الصفات ومن بينها الاحمرار تملك بالضرورة مكونات أولية بالإضافة إلى مكوناتها الثانوية المزعومة ، فهناك احمرار علمى موضوعى بالإضافة إلى الاحمرار الفلسفى الذاتى .

القضية الثانية للذهنية :

سار الخط الثانى للقضية على نحو ما يلى ، عندما أسمع جرساً ، تكون مطرقة قد وجهت خبطة ميكانيكية إلى قطعة من المعدن وجعلتها تتذبذب ، والذبذبات بدورها انتقلت إلى الهواء المحيط ، فطبلة أذنى ، ثم إلى سلسلة من التركيبات الميكانيكية المعقدة والسوائل داخل أذنى ، والنتيجة أن سلسلة من التيارات الكهربية الدقيقة تصل فى النهاية إلى مخى وتحدث تغييرات فيزيائية معينة هناك ، هذه التغييرات ينتج عنها شيءٌ ما يَعْبر الجسر الغامض بين الجسم والعقل منتجاً أحداثاً معينة فى العقل على الجانب المقابل من الجسر ، هذه الأحداث نَصِفها على أنها سماع الجرس ، وهى فكرة ذهنية خالصة لأننا قد نمارس مثلها تماماً فى الحلم حيث لا وجود لأجراس تحدثها ، واحتج بركلى بأن النتائج لابد أن تكون من نفس جوهر أسبابها ، فالنتيجة الميكانيكية يمكن تتبعها إلى سبب ميكانيكى وقس على هذا ، أو لنجعل القضية أكثر تحديداً ، فمهما كان ما يعبر الجسر بين العقل والجسم فلابد أن يكون من نفس الجوهر العام مثل سببه على أحد جانبىْ الجسر ومثل نتيجته على الجانب الآخر ، وعلى هذا النحو دلل بركلى على أنه إذا كانت النتائج على الجانب العقلى من جسر العقل والمادة ذهنية خالصة ، فلابد

أن تكون أسبابها على جانب الجسم هى أيضاً ذهنية خالصة ، أو باختصار إذا كانت (ا) فكرة و « الفكرة لا تماثل أى شىء سوى فكرة » لهذا لابد أن تكون (ب) فكرة ، أو مجموعة من الأفكار.

والقضية – كما هو واضح – ذات حدين ، ولها نفس القدر من الفعالية عند عكسها ، لأنه إذا لزم أن تكون (ب) من نفس جوهر (ا) ، فإنه يصح تماماً أن نحتج بأن (ا) لابد أن تكون من نفس جوهر (ب) ، فإذا صارت (ا) مادية خالصة ، فسوف تثبت القضية أن عملياتنا الذهنية لابد أن تكون مادية فى جوهرها كما يزعم الماديون.

استطاع بركلى أن يرى جانباً واحداً من القضية ، فقد أراد أن يخدم اللاهوت بالبرهنة على وجود الله ، ومن قبله لم يتمكن ديكارت من رؤية أى من الجانبين ، فقد زعم أن العقل والمادة مختلفان تماماً ، من واقع الخبرة لدرجة عدم وجود أى شىء مشترك بينهما ، فقد رغب هو الآخر فى أن يخدم اللاهوت بتثبيت حرية الإرادة ، أما إذا تجاوزنا المضمونات اللاهوتية لقضية بركلى ، فسوف يبدو أنها تقدم دليلاً صحيحاً على أنه لابد من وجود شىء مشترك بين العقل والمادة ، ويمكننا أن نرى مدى صحة ذلك إذا فكرنا فى المضايق التى أرغم عليها ديكارت وليبنتز عندما حاولا إثبات العكس (ص٤٦).

وفى زمن أحدث ، عبر برتراند راسل عن نفس القضية بالكلمات الآتية : « طالما ظللنا نتمسك بالأفكار التقليدية عن العقل والمادة ، فسوف نتقيد بوجهة نظر فى الإدراك الحسى تجعل منه معجزة ، فنحن نفترض أن عملية فيزيائية تبدأ من شىء مرئى ، وتنتقل إلى العين حيث تتحول إلى عملية فيزيائية أخرى ، فتحدث أيضاً عملية فيزيائية أخرى فى العصب البصرى وفى النهاية تحدث تأثيراً ما فى المخ ، بحيث يتزامن مع رؤيتنا للشىء الذى بدأت منه العملية ، فالرؤية

أمر «ذهنى» يختلف تماماً فى خصائصه عن العمليات الفيزيائية التى تسبقه وتصاحبه ، وهو رأى شاذ جدًّا لدرجة أن الميتافيزيقيين اخترعوا كل أنواع النظريات التى صممت لاستبداله بما هو أقرب للتصديق . . . » .

«كل ما يمكننا مشاهدته مباشرة من العالم الفيزيائى يقع داخل رؤوسنا ، ويتألف من أحداثٍ «ذهنية» بمعنى واحد على الأقل من معانى كلمة «ذهنى» ويتألف كذلك من أحداثٍ تشكل جانباً من العالم الفيزيائى ، والمعنى خلف وجهة النظر هذه سيصل بنا إلى استنتاج أن التمييز بين العقل والمادة وهم ، والخامة الأولية التى يتكون منها العالم قد نعتبرها جُسمانية أو ذهنية أو كليهما أو ما يخالفهما كما نرغب ، فالكلمات فى الحقيقة لا تخدم أى غرض» .

فإذا وافقنا على هذه القضية ، فإن ثنائية ديكارت تسقط من الصورة كلية ، والسؤال الوحيد الذى يتبقى أمامنا هو هل علينا أن نقول مع الماديين أن العقل مادى أو مع الذهنيين أن المادة ذهنية ؟ .

ملئت مكتبات بأكملها ، كما يبدى جفريز Jeffreys ملاحظاته اللاذعة ، بما يتناول حججاً سيئة لكلا الجانبين ، فقد شعر الماديون بثقة شديدة ، تعود جزئيًّا بسبب نجاح العلم ، فى وجود عالم خارجى مكون من ذرات صغيرة صلبة تتواجد وتتحرك فى المكان والزمان ، واستنتجوا أن العقل لابد أن يكون ماديًّا ، وأن الوعى هو نشاط لذرات صغيرة صلبة تتحرك فى المكان والزمان ، أما الآن فقد اختفت الذرات الصغيرة الصلبة من العلم ، وأصبحنا نصور المادة على أنها تتكون فى الأغلب من فضاء خال ، ويبدو أن بعض الكتاب قد اعتبروا أن هذا يتضمن عواقب فلسفية بعيدة المدى وعلى الأخص أنه يحملنا فى اتجاه الذهنية ، وإن كان من الصعب أن نعرف لماذا ؟ إن خبطة كرة الجولف ما زالت توجع كما كانت تماماً ، برغم معرفتنا أنها ليست أكثر من فضاء خال ، لأننا ندرك أن

خواصها المادية من الصلابة والتماسك لم تتلاشى وكل ما استجد أنها أصبحت تفسر بطريقة جديدة .

ومن ناحية أخرى ، شعر الماديون بالثقة بسبب نجاح العلم ، فى أن مكان وزمان نيوتن المطلقين لهما وجود حقيقى قائم بذاته ، ولكن نظرية النسبية الفيزيائية تشير الآن – بقدر كبير من الاحتمالية ، وإن كان ذلك بدون تأكيد مطلق – إلى أن المكان والزمان لا يتواجدان منفصلين بذاتيهما ، بل هما اختياران ذاتيان من وحدة مكان – زمان أوسع من كل منهما بمفرده ، واحتج بعض الكتاب بأن هذا أيضاً يتضمن انحرافاً نحو الذهنية ، ومرة ثانية نقول : إنه من الصعب أن نبرر هذا فمهما كانت درجة الحقيقة التى يمتلكها المكان والزمان فى الفيزياء القديمة ، فإنها لم تحذف من العالم ، بل نقلت ببساطة إلى وحدة المكان – الزمان وهذا التركيب المشترك موضوعى بنفس الدرجة ، ولعله أيضاً حقيقى بنفس الدرجة التى اعتقدوها سابقاً فى مكوناته من المكان والزمان منفصليْن ، فالمكونان ببساطة دخلاَ فى شركة ، بحيث ينظر إليهما العلم الآن على أنهما كيان واحد ، وهو أمر لا يجعلهما أقل حقيقة ولا أقرب إلى الذهنية عن ذى قبل .

وما زالت أمامنا اعتبارات أخرى ، تواجهنا بها النظرية الفيزيائية للنسبية ، فقد اعتقد الماديون أن المكان مملوء بجُسَيْماتٍ حقيقية ، يؤثر أحدها فى الآخر عن طريق قوى تكون كهربية أو مغنطيسية أو تجاذبية فى طبيعتها ، وهذه القوى توجه حركات الجُسَيْمات فهى بذلك مسئولة عن كل نشاط فى العالم ، وكانوا يعتقدون بالطبع أن هذه القوى حقيقية تماماً مثل الجُسَيْمات التى تحركها .

ولكن النظرية الفيزيائية للنسبية أظهرت الآن (ص ٢٣٠) أن الكهربية أو المغنطيسية ليست حقيقية على الإطلاق ، فهى مجرد تركيبات ذهنية خاصة بنا

ناشئة عن مجهوداتنا المضللة لكى نفهم حركات الجُسَيْمات ، ويصدق نفس الأمر على قوة الجذب النيوتونية ، وعلى الطاقة ، وكمية الحركة ، وغيرها من المفاهيم التى أدخلت لكى تساعدنا فى فهم أنشطة العالم - فمن الثابت أنها كلها مجرد تركيبات ذهنية ، ولا تصمد حتى لاختبار الموضوعية ، وعندما يضطر الماديون لتحديد ما تبقى من العالم محتفظاً بماديته كما يزعمون ، فلن يكون أمامهم إلاّ أن يقولوا «المادة» نفسها ، أى أن فلسفتهم بأكملها ترتد إلى تحصيل حاصل ، فمن الواضح تماماً أن المادة لابد أن تكون مادية ، ولكن كون جانب كبير مما جرت العادة على التفكير فيه على أن له وجودًا فيزيائيًّا موضوعيًّا ، وثبت الآن أنه يتكون فحسب من تركيبات ذهنية ذاتية ، هذه الحقيقة بالتأكيد تعتبر انحيازاً صريحاً إلى مبدأ الذهنية .

بالإضافة إلى ذلك تأتى نظرية النسبية التجاذبية باعتبارات من نوع جديد إلى القضية ، فهى تقدم مثلاً بارزاً على حقيقة الملحوظة العامة التى أبداها أينشتين (ص ٢٤٧) من أنه كلما تقدم البحث التجريبى ، تتجه القوانين الأساسية للطبيعة نحو البساطة بالتدريج ، ومثلما يحدث فى أقسام أخرى كثيرة للفيزياء ، نجد أن هذه البساطة لا تكمن فى الحقائق الفيزيائية ولا فى تمثلاتها التصويرية ، بل تكمن فحسب فى الصيغ الرياضية التى تصف نسق الأحداث ، وهذه تبدو بسيطة أمام عقولنا لأنه يجوز التعبير عنها باستخدام رياضيات من النوع الذى اعتدنا عليه بالطبيعة ، ودرسناه للأهمية العقلية الخالصة التى وجدناها فيه قبل أن نتبين أنه من الممكن أن يساعدنا فى فهم الطبيعة - أى باختصار لأنها يُعبر عنها بالرياضات البحتة لا التطبيقية ، لذلك يجد عالم الرياضيات البحتة سهولة فى تفسير الجاذبية وفق مصطلحاته أكثر من الميكانيكى أو المهندس ، ولكن عالم الرياضيات البحتة يتعامل مع العالم الذهنى على حين يتعامل الميكانيكى

والمهندس مع العالم المادى ، لهذا يبدو أن نظرية النسبية للجاذبية لارتباطها الوثيق بالرياضيات البحتة ، يبدو أنها تتقدم بنا فى الطريق المؤدى من المادية إلى الذهنية ، ويجوز أن ينطبق القول نفسه على غالبية التطورات الحديثة فى العلوم الفيزيائية .

وتضيف نظرية الكم الحديثة عوامل أخرى إلى الموقف ، فقد رأينا كيف تعرض أمامنا الصورتين اللتين وصفناهما بالصورة الجُسَيْمِيَّة والصورة الموجيّة .

فالصورة الجُسَيْمِيَة عندما تصور لنا الظواهر تكون محتوياتها نفس ما فى الصورة المألوفة للعالم المادى ، أى مادة وإشعاع يتواجدان ويتحركان فى الزمان والمكان .

أما الصورة الموجيّة ، فتحتوى على اضطرابات شبيهة بالأمواج ، فمهما كان أى جُسَيْم فى حد ذاته ، فلن نتمكن من معاملته على أنه نقطة ، أما إذا أصررنا على تصويره بهذه الكيفية ، فعندئذ سوف تدل الشدة النسبيّة للموجات على الملاءمة النسبيّة لافتراض وجود الجُسَيْم فى النقط المختلفة من المكان .

ولكن الملاءمة تعد نسبية قياساً على ماذا ؟ الجواب هو : نسبيّة بالقياس إلى معرفتنا ، فعندما لا نعرف أى شىء عن جُسَيْمٍ ما سوى أنه موجود ، فكل الأماكن ممكنة بالنسبة له ، بحيث تنتشر موجاته بانتظام خلال المكان بأكمله ، وبإجراء تجربة بعد الأخرى نستطيع أن نضيق من امتداد الموجات ، ولكننا لن نتمكن أبداً من اختصارها إلى نقطة ، أو فعليًّا إلى ما هو أقل من حد أدنى معين ، فأدوات القياس المصقولة صقلاً خشناً والتى نستعملها تحول دون ذلك ، بحيث يتبقى دائماً نطاق محدد من الاضطراب الموجى ، والموجات فى هذا النطاق تصور معرفتنا بعيوبها بدقة وبالتحديد .

على هذا فمحتويات الصورة الجُسَيْمية هى جُسَيْمات توجد وتتحرك فى مكان

فيزيائى ، أما محتويات الصورة الموجيّة فهى أبنية ذهنية توجد وتتحرك فى أماكن تصورية .

فمحتويات الصورة الجُسَيْمية مادية على حين أن محتويات الصورة الموجيّة ذهنية .

وأول صورة موجيّة كاملة هى التى قدمتها ميكانيكا نيوتن مقترنة بنظريته الجِسْمِية عن الضوء ، فقد افترضت الميكانيكا أن تلك المصادر الدائمة للإحساس التى نسميها مادة مكونة من جُسَيْمَاتٍ تتحرك فى المكان الفيزيائى ، فى حين أضافت النظرية الجِسْمِية للضوء إلى ذلك أن الإشعاع الذى تتأثر به يتكون هو الآخر من جُسَيْمَات ، وهذا النظام وجد أنه لا يقدم تعليلاً كافياً لحقائق المشاهدة ، وبمضى الوقت استبدلت الصورة الجِسْمِية للضوء بالصورة الموجيّة الحالية ، ونتج عن هذا توافق كامل مع حقائق المشاهدة التى تتناول الظواهر البصرية ، ولكن إلى حين ظهور نظرية النسبيّة ، لم يخطر ببال أحد أن محتويات هذه الصورة هى تركيبات ذهنية خالصة .

على هذا النحو ظلت الفيزياء تعتقد أنها تدرس طبيعة موضوعية موجودة بذاتها مستقلة عن العقل الذى يدركها حسيًّا ، وأنها كانت موجودة منذ الأزل سواء كانت مدركة حسيًّا أم لا ، هذا الاعتقاد هو الأرضية التى نشأ عليها مذهب المادية ، ولعل الفيزياء كانت ستظل متمسكة بهذا الاعتقاد لو أن الألكترون الذى لاحظه الفيزيائيون تصرف كما كانوا يفترضون . .

ولكنه لم يتصرف على هذا النحو ، ونظرية الكم الحديثة أتت للوجود لإصلاح أوجه النقص القائمة ، ووجدت ما نعتقد الآن أنه النسق الحقيقى للأحداث ، بحيث تقوم الصورة الموجيّة بدور التمثل التصويرى ، لقد تخلت الصورة الجُسَيْمِيَةُ عن مكانها بالفعل إلى الصورة الموجيّة ، وبدا عندها أن

الصورة الجُسَيْمِيّةَ للمادة يجب أيضاً أن تستبدل بصورة موجيّة ، وكانت النتيجة اتفاقاً تاماً مع التجربة ، وفى هذا التقدم نحو الحقيقة نلاحظ أن كل خطوة كانت من الجُسَيْمات إلى الموجات ، أو من المادى إلى الذهنى ، والصورة النهائية تتكون بأكملها من موجات ، ومحتوياتها هى تركيبات ذهنية خالصة .

ويجب علينا أن نتذكر أن هذه الصورة ليست صورة للحقيقة ، بل هى صورة نرسمها لتساعدنا على تخيل مجرى الأحداث فى الحقيقة ، وعلى هذا فليس مسموحاً لنا أن نحتج بأن الحقيقة مشابهة لمحتويات الصورة ، برغم أن هناك تكهناً أكيداً بأن الاثنين ليسَا مختلفين تماماً فى جوهريْهما ، إن التمثل التصويرى لا يوصلنا إلى صرح الحقيقة ، بل إلى بوابتها وعلى هذا فعندما كان من المعتقد أن مجرى الأحداث يمكن فهمه أبسط ما يكون بلغة القوى والنماذج الميكانيكية ، فكرت الغالبية أن الصورة أو النموذج ينبغى أن تشابه الحقيقة وتسرعوا فى استنتاج أن الحقيقة ميكانيكية فى جوهرها ، ومن قبل ، عندما بدا مجرى الأحداث وكأنه محكوم بنزوات وأهواء الآلهة والمردة ، كان من المسلم به أن الحقيقة لها نفس الجوهر ، وقد رأينا كيف اعتقد طاليس أن كل الأشياء لابد أن تكون مملوءة بالآلهة ، أما الآن ونحن نجد أن فهم مجرى الأحداث يكون أفضل ما يمكن بلغة موجات المعرفة ، فهناك تكهن محدد برغم عدم وجود دليل مؤكد ، بأن الحقيقة والمعرفة متشابهان فى جوهريْهما ، أو بعبارة أخرى ، أن الحقيقة بأكملها ذهنية .

وبصرف النظر عن مثل هذه القضايا ، فليس فى استطاعتنا أن نعرف الجوهر الصادق للحقيقة ، وغاية ما يمكننا قوله هو أن الأدلة المتراكمة من تطبيق مبدأ الاحتمالات على المعلومات المختلفة ، تجعل الحقيقة تبدو أقرب إلى أن توصف بأنها ذهنية لا مادية .

وحتى إذا كان الكيانان اللذان وصفناهما الآن بالعقل والمادة من نفس الجوهر العام ، فسوف يتبقى سؤال هو أى الاثنين هو الأساس ؟ هل العقل مجرد ناتج جانبى عن المادة كما يدعى الماديون ؟ أو هو كما ادعى بركلى الخالق والمتحكم فى المادة ؟

قبل أن نتناول البديل الثانى بجدية ، لابد أن نجد حلاً لمشكلة كيفية استمرار الأشياء فى الوجود ، على حين لا يكون أى عقل إنسانى مدركاً لها إدراكاً حسيًّا ، فلابد كما يقول «إنها موجودة فى عقل آخر» ، وقد يرغب بعضهم فى وصف هذا العقل مع بركلى على أنه عقل الله ، فى حين يساير غيرهم هيجل فى أنه العقل الكلى أو العقل المطلق الذى يحتوى عقولنا الفردية كلها ، ولعل نظرية الكم الحديثة تعطينا تلميحةً لا غير عن كيفية إمكان هذا .

فى الصورة الجُسَيْمِية التى تصور عالم الظواهر يكون كل جُسَيْمٍ وكل فوتون بمثابة فرد متميز يسلك طريقه الخاص ، وعندما نتخطى هذه المرحلة متجهين نحو الحقيقة نصل إلى الصورة الموجيّة ، حيث لا تظل الفوتونات أفراداً مستقلة ، بل أعضاءً فى تنظيم واحد أو فى كل - هو حزمة من الضوء - تندمج فيه فردياتها المنفصلة ، لا بالمعنى السطحى المشابه لقولنا : إن شخصاً قد تاه فى الزحام ، بل بما يشبه قولنا : إن قطرة المطر قد فقدت فى البحر ويصدق نفس الشىء على الالكترونات ، ففى الصورة الموجية تفقد فردياتها المنفصلة وتصبح ببساطة أجزاءً من تيار مستمر من الكهربية ، وفى كلتا الحالتين يكون المكان والزمان مشغولين بأفراد متميزين ، ولكن عندما نتجاوز المكان والزمان ، منتقلَيْن من عالم الظواهر إلى الحقيقة ، فإن الفردية تستبدل بالجماعة .

ويبدو من الممكن تصور أن ما يصدق على الأشياء المدركة حسيًّا قد يصدق أيضاً على العقول التى تدركها ، فمثلما توجد صور موجيّة للضوء والكهربية ،

فلعل هناك صورة موازية بالنسبة للوعى ، وعندما نرى أنفسنا فى المكان والزمان ، فمن الواضح أن ما يمتلكه كل منا من وعى هو ذلك الفرد المنفصل فى الصورة الجُسَيْمِيّة ، ولكن عندما نتجاوز المكان والزمان فلعل تياراً واحداً مستمراً من الحياة يتضمن ما نمتلكه منفردين من وعى ، ولعل الحياة تشابه الضوء والكهربية فى اعتبار أن الظواهر هى أفراد لكل منها وجود منفصل فى المكان والزمان ، وعندما نتعمق إلى الحقيقة القائمة من وراء المكان والزمان فلعلنا جميعاً أعضاء فى جسم واحد وباختصار ليست الفيزياء الحديثة مضادة كلية لمثالية موضوعية objective idealism كتلك التى نادى بها هيجل .

هذه الثنائية الجديدة التى نجدها فى الصورتين الجُسَيْمِية والموجيّة تذكرنا من عدة نواح بالثنائية القديمة التى نادى بها ديكارت ، فلم تعد هناك ثنائية العقل والمادة ، بل ثنائية الموجات والجُسَيْمات ، فيبدو أن الموجات والجُسَيْمات هى الخلف المباشر للعقل والمادة السابقيْن وإن كان من الصعب تبين ذلك ، فالموجات تحل محل العقل والجُسَيْمات محل المادة ، وهذان الطرفان من الثنائية الجديدة لا يعتبران متضاديْن أو متعارضيْن ، بل الأصح أن يُعتبرا متكامليْن ، فلا حاجة لنا الآن بإنشاء آليات معقدة كما فعل ديكارت وليبنتز لكى نبقى على توافق الطرفيْن ، حيث إن إحدهما يتحكم فى الآخر – فالموجات تتحكم فى الجُسَيْمات ، أو بالمصطلحات القديمة : الذهنى يتحكم فى المادى .

مشكلة حرية الإرادة

رأينا كيف فسر الماديون الفكر على أنه نشاط ميكانيكى للمخ والعاطفة على أنها نشاط ميكانيكى للجسد ، وتخيلوا أنه إذا أمكن تقصى كل التغيرات الفيزيائية والكيميائية التى تحدث فى المخ والجسم ، لأمكننا ولو من حيث المبدأ

أن نستدل على كل الخبرات الذهنية والعاطفة الخاصة بالعقل الذى يصاحبها ، فإذا كانت التغيرات المادية مرتبطة بسلسلة من الأسباب ، فلابد أن تكون الخبرات الذهنية والعاطفية مترابطة أيضاً وبنفس الأسلوب ولم يعد هناك مجال لحرية الإرادة .

ومع ذلك فقد وجدت مدرستان فكريتان – فالقائلون بالجبرية « اعتقدوا أن كل الأحداث بما فى ذلك الأفعال الإنسانية محكومة بقانون سببى وهى بهذا تخضع للأحداث والأفعال الماضية ، ويدخل فى ذلك أحداث الوراثة والبيئة والعادات المكتسبة ، وما يشبهها « والمعارضون للجبرية » Indeterminists الذين اعتقدوا أن الأفعال الإنسانية ليست محكومة تماماً بما حدث فى الماضى ، بل يمكننا فى كل لحظة أن نمارس قدراً معيناً من التوجيه نجيزه لأنفسنا .

ويرى المذهب الجبرى أن فى استطاعة الشخص الذى يملك معرفة وثيقة كافية عن طبيعة أى إنسان ، وعن ماضيه ، وعن الشخصية التى اكتسبها فى الماضى أن يتنبأ تماماً بأفعال ذلك الإنسان ، ولو من حيث المبدأ ، أما مذهب حرية الإرادة فلا يقر هذا ، فأى إنسان يمكنه أن يخيب كل التوقعات بأن يختار أفعاله تبعاً لأهوائه وهى بذلك اختيارات لا يمكن التنبؤ بها .

القائلون بالجبرية :

من الناحية العملية يُعد كلٌّ الفلاسفة المحدثين من الطبقة الأولى – كديكارت وليبنتز ولوك وهيوم وكانت وهيجل وميل وألكسندر وكثيرين غيرهم من أصحاب المذهب الجبرى ، بمعنى أنهم يقرون بقوة الحجج التى يقدمها المذهب الجبرى ، ومع ذلك فإن كثيراً منهم كانوا فى الوقت نفسه من أصحاب مذهب اللاجبرية بمعنى أنهم حاولوا أن يوجدوا منفذاً للتملص من هذه

الحجج ، وهم غالباً مقتنعون بأن حريتنا الظاهرة من الأوهام ، لذا فإن المنفذ الوحيد الذى أمكنهم أن يأملوا فيه هو إيجاد تفسير للكيفية التى نشأ بها هذا الوهم .

رأينا فيما سبق أنه قد يصح وصف ديكارت «وكانت» بأنهما جبريان يحاولان أن يسقطا مذهبهما الجبرى ، فى حين قد يحسن وصف ليبنتز ولوك وهيوم بأنهم جبريون يحاولون تفسير مذهبهم الجبرى ، أما سبينوزا وميل وألكسندر فهم من غلاة الجبريين المتطرفين برغم أنهم مثل كثيرين من الجبريين الآخرين لم يكونوا دائماً متسقين فى مذهبهم الجبرى .

فكر ليبنتز فى أنه توجد دائماً أسباب كافية فى طبيعة وشخصية أى فرد منا تحدد لنا أى قرار قد نتخذه ، وعلى هذا فلن نكون أحراراً أبداً لأن أفعالنا فى كل لحظة محكومة تماماً بطبيعتنا التى أتت إلينا فى الماضى ، وبشخصيتنا التى تكونت فى الماضى أيضاً ، كما فكر هيوم أيضاً فى أن قراراتنا محكومة دائماً بشخصياتنا بحيث يحتاج اتخاذك لقرار مخالف لأن تكون شخصاً مختلفاً ، وفكر لوك أن قراراتنا مبنية على رغباتنا فى الاستمتاع باللذة وتجنب الألم ، وأنها لذلك محكومة بتقديرنا لكل من اللذة والألم المستقبلين – بالرغم من أن أحكامنا يجوز أن تكون على خطأ ، واعتقد سبينوزا أن أفعالنا وخبراتنا يحكمها بالفعل نوع من الضرورة الرياضية وكأنها عجلة فى آلة ، ومع ذلك قد نشعر بأننا أحرار عندما نستمتع بأداء عمل نؤديه ونحن – فى الحقيقة – مكرهون على أدائه ، فالحجر المقذوف فى الجو قد يحسب نفسه حراً كما يقول سبينوزا إذا استطاع أن ينسى اليد التى قذفته ، أو لنوضح ذلك بمثالٍ أقرب لم يقدمه سبينوزا ، أعرف أنى أختار شطائر المربى لأننى أشتهيها ، وأشعر بأنى حر فى اختيارها لأنى لا أحاول أن أفكر فى أن اشتهائى لها هو النتيجة اللازمة لوراثتى وتنشئتى ، ولما أنا عليه من حالة

صحية وتمثيل غذائى للسكريات ولكل الأشياء التى ليس فى مقدورى أن أغيرها فى اللحظة الحالية ، وأبدى هيجل ومن بعده بفترة ألكسندر آراء مماثلة لذلك ، وفكر «كانت» فى أننا نشعر بأنفسنا أحراراً طالما بدت أفعالنا بالنسبة لنا عقلانية ، فلو أنى هبطت السلم جرياً بطريقة عقلانية لأرحب بأحد الأصدقاء ، فسوف يبدو فِعْلِى هذا حراً ، أما إذا هبطت السلم جرياً بطريقة غير عقلانية لخوفى من أحد الأشباح فسوف يبدو لى أنى تصرفت مكرهاً ، واعتقد « مل » أن كل الأفعال الإنسانية جبرية لدرجة أن علم الاجتماع يمكن أن نجعله علماً دقيقاً إلى حد الكمال بحيث نرى مستقبل أى مجتمع على أنه يتبع ماضيه فى حتمية آلية ووفقاً لقوانين لا تتبدل ، وعندها أراد فى عقلانية مميزة للجبريين المتطرفين ، أراد لهذه القوانين أن تدرس بقصد تحسين مستقبل الجنس البشرى .

ربما يعتبر الإنسان العادى البعيد عن الفلسفة أن الأنشطة الإنسانية تبلغ من التنوع والتداخل والتعقيد قدراً لا يسمح بتلخيصها فى أى صيغة منفردة ، إن فلسفته الخاصة ليست محددة تماماً ، ولكنها قد توصف بأنها تحكم بالجبرية على الآخرين وبالحرية على نفسه ، ومع ذلك فهذه الحرية المفترضة تنطبق فقط على أفعاله الحاضرة لا الماضية ، لأننا نرى ذواتنا فى الماضى كأنها أشخاص أخرى ، فالأمر كما يقول هنرى سيدجويك Henry Sidgwick : إننا دائماً نفسر الأفعال الإرادية لكل الناس باستثناء أنفسنا على أساس أنها ترجع للشخصية والظروف ، ونستدل عامة على الأفعال المستقبلية للأشخاص الذين نعرفهم من أفعالهم الماضية ، فإن خابت تنبؤاتنا فى أى من الأحوال ، فإننا لا نرجع الاختلاف إلى التأثير المعاكس لحرية الإرادة ، بل إلى عدم معرفتنا بشخصياتهم ودوافعهم بالقدر الكافى . . . بل إن أفعالنا الذاتية نفسها بصرف النظر عن شعورنا بحريتنا فى أى لحظة وعدم تقيدنا بدوافعنا وظروفنا الحالية ، وتحررنا من

أوضاعنا السابقة ، وشعورنا باختيارنا الإرادى ، عندما ننظر إليها بعد انقضائها وسط بقية أفعالنا ، فسوف تبدو فيها صلات السببية والتشابه مع باقى جوانب حياتنا ، وطبيعى أن نفسرها كنتيجة لطبيعتنا وتعليمنا وظروفنا» .

ليس هذا فحسب بل إن الحرية التى نزعمها لأنفسنا فى الحاضر تكاد لا تميز من الجبرية التى ننسبها للآخرين ، فنحن فى العادة لا ندعى لأنفسنا حرية تتجاوز قدرتنا على فعل ما نرغب فى القيام به ، مما يعنى ببساطة الخضوع لأقوى المؤثرات فهى حرية عاتق الميزان فى الميل نحو الجانب الأثقل ، إنها الحرية التى يتفق الفيلسوف والعالم على وصفها بالجبرية لأنها تتضمن أن المستقبل محدد تماماً فهو ينشأ عن الماضى فى ضرورة مشابهة للآلات .

قد يساعدنا ضرب أحد الأمثلة على توضيح ذلك ، فلنفرض أن إنساناً عاديًّا تفكر فى ماضيه وصرح بأنه لو عاد للشباب من جديد لاختار مهنة مختلفة ، قد يصر على أنه سيكون حراً فى اختياره ، ولكن ما يعنيه بذلك هو أنه لو اكتسب فى الثامنة عشر من عمره من المعرفة والخبرة عن الحياة التى يملكها فى الخمسين لكان تصرف على غير هذا النحو ، وطبيعى أن يفعل هذا وأن نفعل نحن جميعاً الشىء نفسه ولكن هذا ليس دليلاً على الحرية ، لأن هذا الإنسان العادى إذا اضطر إلى الاختيار من جديد بنفس المعرفة والخبرة بالضبط التى تهيأت له فى الثامنة عشرة ، فسوف يراجع الموقف بنفس الطريقة التى راجعه بها من قبل ، وستوضع نفس الاعتبارات فى الحساب وسترجح نفس الكفة التى رجحت من قبل ، وهو لن يزعم لنفسه حرية التصرف بدافع النزوات الخالصة ، بل حرية الانقياد إلى أقوى الدوافع ، حرية التفاحة التى شاهدها نيوتن فى السقوط نحو الأرض بدلاً من الاتجاه نحو القمر لأن الأرض جذبتها بقوة أكبر من القمر ، وليست هذه حرية من أى نوع ، إنها جبرية خالصة فكما

قال هيوم ، لو أنه اتخذ قراراً مختلفاً لوجب أن يكون إنساناً مختلفاً .

ولعله يزعم لنفسه حرية الاختيار فى الأمور التافهة مثلاً هل سيطلب قهوة سادة أو ممزوجة باللبن ، ربما كانت عادته أن يطلب قهوة سادة وإن كان فى أحيان نادرة يطلبها ممزوجة باللبن ، فربما يتخيل أنه فى مثل هذه الأمور التافهة كان اختياره بعيداً تماماً عن الجبرية ، ولكن عالم النفس سوف يخبره أنه حتى فى ذلك ، فليس فى وسعه إلاّ الخضوع لأقوى الدوافع مهما كانت هذه الدوافع ضعيفة ، فعندما اختار على غير العادة ، ربما كان عقله بعيداً عن الطعام والشراب ، مستغرقاً فى صفحات كتاب ينظر إليه حتى أنه عندما أوجب عليه الذوق أن يختار اختار ببساطة اللون الذى اقترحته عليه صفحات الكتاب ، أو لعله شعر بكراهية مؤقتة غير مقصودة للأسود والسواد من خلال الربط بشىء آخر كالحداد أو الجنازة ، فهناك مالا نهاية له من الاحتمالات وأمر واحد مستحيل ، هو أنه اختار « الأبيض » بدافع نزوة عارضة ، بدون أن يقوده أى دافع فى ذهنه ، فوجود اللبن فى قهوته بعد دقيقتين سيكون نتيجة مباشرة لحالة عقله الآن تماماً كتأكدنا من أن حالة الكون المادى بعد دقيقتين ستكون — وفق المذهب الجبرى — نتيجة مباشرة لحالته الآن .

وبرغم أن هذا الإنسان العادى قد يحتج أحياناً بأنه لا يستطيع أن يتصرف بوضاعة أو خسة فإنه سيكره أن يفكر فى أنه غير حر فى اختيار مجرى أفعاله فى كل لحظة من حياته ، لذا فهو يود أن يفكر فى أفعاله على أنها لا يمكن التنبؤ بها مطلقاً ، ومع ذلك فعندما يتصرف الآخرون بطريقة لا يمكن التنبؤ بها مطلقاً فإنه يصفهم بالحمق ، وباختصار : حريتنا فضيلة ، وحرية الآخرين رزيلة ، فالحرية شىء نملكه نحن لا الآخرون .

ولا يقع فى هذا الخلط بين حرية الإرادة والجبرية من هذا النوع غير

المقصود عامة الناس فقط بل يشاركهم فى ذلك كُتابٌ للفلسفة لذا يقول (هنرى سيدجويك) فى كتابه «مناهج الأخلاق» إن موضع المناقشة فى الجدل حول حرية الإرادة كما يفهمه هو : هل يتحدد تصرف الإنسان تماماً فى أى لحظة بشخصيته والمؤثرات الخارجية بما فى ذلك حالته الجسمية التى تؤثر عليه عند تلك اللحظة ؟ «أو هل تقوم دائماً إمكانية لاختيارِى التصرف بالأسلوب الذى أحكم عليه الآن بأنه معقول وسليم ، مهما كانت أفعالى وخبراتى السابقة» ؟

ولكن الحكم على ما هو معقول وسليم لا يمكن أن يعتمد على لا شىء وإلا أصبح نزوة خالصة وليس حكماً وهو لا يمكن أن يعتمد على شىء سوى شخصية الإنسان التى تكونت من تصرفاته وخبراته السابقة والمؤثرات الخارجية التى تؤثر فيه فى اللحظة الحالية - أو باختصار يعتمد على الماضى والحاضر ، وما هو موجود بداخله وما هو موجود بخارجه ، وعلى هذا فالبديل الثانى الذى قدمه (سيدجويك) والذى قصد منه بوضوح أن يمثل حرية الإرادة هو أن أفعالنا محددة بأحكامنا ، وأحكامنا محددة بشخصياتنا والمؤثرات الخارجية عليها وهو ما يرجع بنا بالضبط إلى ما وصفنا به الجبرية ، وعلى هذا فالبديلان اللذان قدمهما ليسَا بديليْن بين الجبرية والحرية على الإطلاق ، بل هما ببساطة بديلان بين الجبرية عن وعى والجبرية عن غير وعى ، ولا يتوصل أبداً للمنفذ الحقيقى إلى حرية الإرادة .

ويصدق الشىء نفسه على المحاولات اللاهوتية لحل المشكلة بإضافة التدخل الإلهى إلى المؤثرات الخارجية التى تؤثر على الإنسان - «ليس لدينا قدرة على أداء الأعمال الصالحة . . . بدون العناية الإلهية من خلال تدخل المسيح لمنعنا ، فقد تكون لدينا إرادة صالحة ، فيساعدنا عندما نملك هذه الإرادة الصالحة» ، ومثل هذا التدخل الإلهى يقربنا من مذهب الجبرية بعيداً عن حرية الإرادة .

وبذلت محاولات لإيجاد بديل للجبرية فيما يوصف «بالعلة الغائية» ، وتبعاً لذلك فالمستقبل يحدد الحاضر أو على الأقل يؤثر فيه ، مثل الجزرة الأسطورية المعلقة أمام أنف الحمار ، فإذا كان الطالب يشتغل بجد على أمل النجاح فى الامتحان ، فقد يحتج بأن فترة العمل الجاد فى الحاضر نتيجة لسبب فى المستقبل هو الامتحان الذى سيعقد فى يوم من أيام المستقبل ، ولكن الأصح بالتأكيد أن نقول إن السبب ليس الامتحان – الذى قد لا يعقد برغم كل هذا – وبذا لا يمكن اعتباره سبباً لشيء حدث بالفعل – بل إن السبب هو الأمل فى اجتياز الامتحان ، وهذا الأمل ليس موجوداً فى المستقبل ، فالمرء لا يعمل فى الحاضر من أجل امتحان ما لم يكن الأمل فى اجتيازه موجوداً فى ذهنه من زمن سابق ، بحيث يكون السبب المحدد لعمله الجاد موجوداً فى الماضى لا المستقبل ، إن المسألة برمتها تعد إلى حد كبير تلاعباً بالألفاظ ، ولكن مهما كان المعنى الذى تستعمل به الألفاظ ، فلن تلقى أفكار من نوع العلة الغائية ضوءاً جديداً على المشكلة النهائية .

القائلون بحرية الإرادة :

فى مقابل هؤلاء ، يوجد كل من لوتز Lotze (١٨١٧ – ١٨٨١) ووليام جيمس William James (١٨٤٢ – ١٩١٠) اللذان كانا منطقيين ومتسقين فى مذهبهما عن حرية الإرادة ، وافق لوتز أصحاب المذهب الجبرى على أن الأحداث الطبيعية والأفعال الإنسانية تقع فى سلسلة من الأسباب ، وأن مثل هذه السلاسل من الأسباب ما إن تبدأ حتى لا يكون لها نهاية فى المستقبل ، ولكنه فكر فى أن مثل هذه السلاسل قد تكون لها بدايات تعتمد على النزوة ، ودافع ويليام جيمس عن المبدأ الذى وصفه بمذهب الصدفة tychism حيث

تلعب الصدفة دوراً فى تنظيم مجرى الأحداث ، فعنده أن نسق الأحداث ليس محدداً بطريقة لا تتبدل ، فنحن نأتى بأمور مستحدثة عندما نقوم بالاختيار (وإن كان لم يشرح السبب فى الإتيان بأمرٍ مستحدثٍ معين بدلاً من سواه) .

لقد رأينا فيما سبق أن الفيزياء الحديثة ليست معادية تماماً لمثل هذه الأفكار عند تطبيقها على الطبيعة الجامدة ، وإن كنا رأينا كذلك (ص ٢٤١) إنه ينبغى تطبيقها على الظواهر فقط ، لا الحقائق الكامنة من وراء الظواهر كما نراها ونفهمها – أو بعبارة أخرى ، إن عدم التحديد لا يكمن فى الطبيعة الموضوعية ، بل فى تفسيرنا الذاتى للطبيعة فحسب .

على كلٍ ، فلنتجاهل هذا التمييز ، ولنتناول المسألة على النحو الذى يميل إليه مذهب حرية الإرادة بأن نتصور أن حالة معينة من حالات العالم الجامد ولتكن (ا) يمكن أن يتبعها أى عدد من الحالات المختلفة مثل ب ، ج ، د ، . . وكلها تؤدى إلى حالات مختلفة للعالم فى المستقبل ، ففى العالم الجامد لا يوجد سبب بارز يجعل من الضرورة أن تكون (ا) متبوعة بالحالة (ب) بدلاً من (ج) أو (د) ، ولنفرض أنه فى الحالات التى تَعْرِضُ للعقل البشرى ، تكون لدى العقل بعض القدرة على توجيه بعض النواحى الدقيقة من العالم إلى أى من الحالات ب ، ج ، د ، على حسب اختياره ، وبحيث تتفق كل الانتقالات : ا ــــ ب ، ا ــــ ج ، ا ــــ د ، . . إلخ مع قانون بقاء الطاقة وكمية الحركة فسيصبح لدينا عقل يؤثر على المادة بدون أن يبذل أى قوة مادية أو تحول للطاقة ، وهو يشكل الكون إلى حدٍ ما وفق اختياره ، وهذا يذكرنا بما يماثل التفسير الأصلى لديكارت حول تأثير العقل على المادة (ص ٤٢) وإن كان بمنأى عن الاعتراضات التى قدمها ليبنتز .

ونفس الحل فى جوهره اقترحه كلارك ماكسويل ، فمثلما يتحدد مسار قطار

السكة الحديد على نحوٍ واحدٍ عند غالبية نقاط رحلته ، ويكون العامل المحدد هو القضبان التى يجرى عليها ، ومع أنه يأتى من حين لآخر إلى مفترق للطرق يفتح أمامه مسارات بديلة حيث يمكنه أن يتحول إلى أى منها مستهلكاً طاقة تكاد تكون مهملة فى تحريك نقاط التحويلة ، فقد فكر ماكسويل فى أن الجسم البشرى قد يأتى إلى نقاط تماثل هذه المفترقات ، حيث يمكنه أن يتحول إلى أى مسار جديد بتوجيه العقل وبدون أن يستهلك أى طاقة ميكانيكية - فالجسم هو القطار والعقل هو عامل التحويلة ، وبدا للكثيرين أن عدم التحديد الموجود فى الحركات الذرية يقدم نفس هذا النوع من مفترقات الطرق بل من الممكن أيضاً أن يقدم نفس النقط التى تطلبها ماكسيويل - لتدعيم حرية الإرادة .

ربما كان هذا يقدم أسلوباً يمكن للعقل أن يؤثر به على المادة ، ومع ذلك تتبقى المشكلة الأعمق حول حرية الاختيار بدون أن تمس فحتى إذا استطاع عامل التحويلة أن يحرك النقط وأن يبدل بهذا حركة القطار ، فسوف يتبقى أمامنا سؤال هو لماذا يحرك النقط فى أحد الاتجاهات بدلاً من الآخر ؟ فلو أنه كان يحركها وفقاً لخطة مسبقة ، لاعتبرنا أن القطار يتبع جدولاً معيناً ، مما يجعل حركته محددة تماماً كما لو كانت النقط ومفترقات الطرق غير موجودة ، أما إذا قلنا مع غالبية الناس إنه يحركها فى اتجاه معين «لأنه يختار ذلك» فالسؤال هو لماذا يختار هذا الاتجاه بدلاً من غيره فإن كان هناك ما يتحكم فى اختياره فسنعود إلى الجبرية ، أما إن لم يكن وكان يتصرف وفق نزوة عابرة ، فإن هذا يؤدى بنا إلى نوع من حرية الإرادة لا نرغب فى التوصل إليه ولا نشعر أنه النوع الذى نجده فى الواقع لأننا نحب أن نتخيل أننا نوقف الجبرية عند حدها من خلال حكمتنا أو فضيلتنا أو بعد نظرنا لا من خلال نزوة عشوائية ليس لنا سيطرة عليها ومن ثم لا نعد مسئولين عنها ، فالذى يرتكب حماقة قد يرتاح للتفكير فى أنه كان

ألعوبة فى يد قوى عشوائية أما الشخص الذى يتصرف بتبصر أو سخاء أو بعد نظر فلا يفكر على هذا النحو.

هذا المذهب فى حرية الإرادة الذى يقوم على النزوات لا يقدم لنا حرية للإرادة تمثل ما نمارسه أو نتخيل أننا نمارسه، فلو أن كل حدث لم يكن محدداً بسبب كافٍ، لأصبح العالم بأسره كما لاحظ ليبنتز مجرد فوضى، فالعقل الذى وهب حرية إرادة تقوم على النزوات سيصبح فريسة لبواعث تلقائية بعيدة تماماً عن العقلانية وأجدر بنا أن نصفه بأنه عقل إنسان مجنون، برغم أن عقل الإنسان المجنون لا يكون فى الحقيقة على مثل هذا القدر من الاختلال، وكلما تعمق علم النفس والإدراك السليم فى المسألة فإنهما يجدان أن من الضرورى أن يتقبلا مذهب الجبرية فى شكله التقليدى فأفعالنا تحددها إراداتنا، وإراداتنا تحددها دوافعنا، ودوافعنا محكومة بماضينا، وسيفكر عالم النفس فى هذا الماضى على ضوء الوراثة والبيئة، الواعظ الأخلاقى على ضوء المؤثرات الأخلاقية والروحية، وعالم الفسيولوجيا على ضوء – الأنشطة الكهربية – الكيميائية، ولكنهم جميعاً سيتفقون على أن القوة النسبية للدوافع المختلفة تحددها أحداث الماضى، بحيث لا يختار الإنسان لنفسه أبداً، فماضيه هو الذى يختار له دائماً.

وجهة النظر المعاصرة :

بالرغم من النقص الواضح فى الجبرية الذى تدل عليه نظرية الكم فى الطبيعة الجامدة، فما زال هذا هو رأى الغالبية العظمى من علماء الفيزياء المعاصرين وعلى هذا النحو كتب بلانك مؤسس نظرية الكم فى كتابه «إلى أين يتجه العلم» ؟ «ليس هناك كاتب للسير يحاول أن يفسر الدوافع التى تحكم

تصرفات البطل الذى يتناوله بإرجاعها إلى الصدفة البحتة بل إنه سيرجع عجزه عن حل المسألة إلى نقص المعلومات المتوفرة أو قد يعترف بأن قدراته على التعمق الروحى لا تمكنه من سبر أغوار هذه الدوافع ، وفى حياتنا اليومية العملية نؤسس مواقفنا من زملائنا على التسليم بأن كلماتهم وأفعالهم تحددها أسباب متميزة ، إما فى طبيعتهم الفردية نفسها أو فى البيئة حتى وإن كنا نقر بأن مصدر هذه الأسباب لا يمكننا أن نكتشفه بأنفسنا . . . ويجب التمسك بأن مبدأ السببية يمتد حتى يشمل أسمى إنجازات النفس البشرية ، فيجب أن نقر بأن عقل كل من عباقرتنا العظماء – أرسطو وكانت وليوناردو وجوته وبيتهوفن ودانتى وشيكسبير حتى فى أسمى لحظات السمو الفكرى أو أعمق مراحل التعمق النفسى – يكون خاضعاً لأوامر السببية ، ويكون أداة بين يدى قانون جبار يحكم العالم» .

ونقل عن أينشتين فى الكتاب نفسه أنه قال : «حقيقة لا أستطيع أن أفهم ما يعنيه الناس عندما يتحدثون عن حرية الإرادة ، فأنا أشعر بالرغبة فى إشعال غليونى وأشعله فعلاً ولكن كيف أربط هذا بفكرة الحرية ؟ وما الذى يقبع خلف إرادتى بأن أشعل الغليون ؟ هل هو فعل آخر من أفعال الإرادة ؟ » لقد قال شوبنهاور – ذات مرة :

Der Mensch Kann was er will; er Kann aber nicht wollen was er will.

«إن الإنسان يستطيع أن يريد ، ولكنه لا يستطيع ألا يريد» .

ويبدو أن الفلسفة الحديثة أيضاً قد توصلت إلى نتيجة أنه لا يوجد بديل حقيقى للجبرية ، بحيث لم يعد السؤال موضع المناقشة الآن هو ، هل نحن أحرار ؟ بل لماذا نفكر فى أننا أحرار (٧) ؟ ورأينا كيف يقسم ألكسندر العالم إلى درجات تقع على مراحل مختلفة من التطور : المكان – الزمان والمادة والحياة والعقل والألوهية ، وعلى حين يوافق على أن كل الأحداث فى الحقيقة تخضع

للجبرية يعتبر أن سكان كل درجة قد يشعرون بأنهم أحرار ولكنهم يلاحظون أن غياب الحرية يسود فى الدرجات الأدنى منهم ، وعلى هذا تشعر الذرات وهى فى الدرجة قبل الأخيرة بأنها حرة عندما تتفكر فى المكان - الزمان حيث يستحيل أن توجد حرية ، وقد نقلنا فيما سبق مالا حظه سبينوزا من أن الحجر المقذوف فى الهواء قد يشعر بأنه حر لو أمكنه أن ينسى اليد التى قذفت به ، وعلى النحو نفسه نحسب أنفسنا أحراراً ولكننا نعتبر الآلات وحتى النباتات خاضعة للجبرية لوجودها فى درجات أسفل من درجتنا ، وكذلك عندما يتبصر الإله فى أنشطتنا من درجته السامية ، فإنه يشعر بذاته حرة ولكنه لا يرانا كذلك .

وبدون أن نقبل أى نظام من هذا النوع فقد يوافق كثير من الفلاسفة على أننا نستطيع أن نفعل ما نرغب فيه إلى حدٍ ما ولهذا نشعر بأنفسنا أحراراً ، ولكن هذا يرجع إلى أننا لا نتوقف قليلاً لنفكر فى أن رغباتنا ذاتها ، وهى التى تنبثق منها أفعالنا قد فرضها ماضينا علينا ، كما أن عدم وجود خبرة مباشرة عن هذا الشعور بالحرية لدى الآخرين يجعلنا نرى فى أفعالهم أوامر فرضها ماضيهم عليهم ومن ثم نعتبر هذه الأفعال جبرية .

وباختصار لا يبدو أن الدراسة الفلسفية أو الأبحاث الفيزيائية فى الثلاثمائة عام الماضية تقدم أى سبب لتغيير مبدأ ديكارت الذى يقول :

«لا شيء يجيء من العدم» أو أن «قدرة الإرادة تتكون فقط من أننا نتصرف وكأننا لا ندرك أننا مجبرون على تصرف معين بتأثير قوة خارجية» . وعلى هذا فحرية الإرادة ما هى إلا الاسم الذى نطلقه على الجبرية التى ندركها ، ولكن لعلنا نتكهن بأن «كانت» سيحتج بأن كل هذا لا يثبت أننا محرومون من الحرية ، بل إن النظر إلى الأشياء على أنها تخضع للجبرية هو أسلوب مغروس فى عقولنا ، وهو يدل على أسلوبنا فى تفسير التتابع الزمنى للأحداث .

وقد يكون هذا صحيحاً بالطبع ، فبعد عدد من التجارب الفردية من نوع «لقد خبطت رأسى وأشعر بالألم» ينتقل الطفل فى نموه إلى تعميمات توصله إلى قضايا مثل : «لقد خبطت رأسى ومن أجل هذا أشعر بالألم» «وإذا خبطت رأسى سوف أشعر بالألم» ، ومثل هذا الترابط فى الأفكار يثبت أنه يساعده فى تجنب صدمات جديدة ولذا يتوسع فى تطبيقه ، وتنمو عادة البحث عن علاقة السبب– بالنتيجة ، ولكنه ينتقل باستمرار من مثل هذه الحالات المذكورة إلى أمثلة أخرى من نوع «الدنيا ليل ولذا فسرعان ما يطلع النهار» أو «إنى جائع ولذا فسرعان ما آتى بشىء آكله» وهى لا تتضمن عن علاقات السبب بالنتيجة على الإطلاق ، فبهذه الأساليب وما يماثلها قد تغرس فى العقل عادة أن :

«بعد هذا من أجل هذا» .Post hoc ergo propter hoc

ولعله من الممكن إيجاد تفسير سيكولوجى بسيط لعادة العقل الإنسانى فى استخدام علاقة السبب والنتيجة بدون أن نلجأ إلى «مقولة» ذهنية فطرية .

وعلى أية حال ، فلا جدال فى أن جميع خبراتنا الواعية عن الطبيعة الجامدة التى تقتصر على عالم المقاييس الإنسانية ، تظهر أن الجبرية تسود فيه ، ولعلنا لهذا السبب نعجز عن تخيل كيف يمكن لغير الجبرية أن يتحكم فى عالم الجوامد– برغم أن– علماء الفيزياء المعاصرين أوضحوا أن هذا يحدث عندما نضع الظواهر فى الاعتبار ، ومن ثم نتوسع فى هذا العجز من العالم المادى إلى العالم الذهنى ، فإن صح هذا فلا الفيزياء المجردة ولا الخبرة المادية الملموسة تفرض علينا الجبرية ، بل هو عجز عقولنا عن تخيل أى شىء سوى الجبرية .

وقبل عصر الفيزياء الحديثة ، كان من السهل أن نحدد ما نقصده بالسببية وحرية الإرادة ، فقد افترضنا أن العالم يتركب من ذرات وإشعاع ، وتصورنا أنه من الممكن من حيث المبدأ أن نعين المواضع الدقيقة لكل ذرة ولكل عنصر

من عناصر الإشعاع ، وكانت مسألة السببية ببساطة هى : هل يمكن مبدئيًّا إذا عرفنا هذه المواضع أن نتنبأ بمجرى الأحداث فى المستقبل بيقين ؟ وكانت مسألة حرية الإرادة هى : هل يظل من الممكن التنبؤ بهذا المجرى عندما يدخل الوعى والرغبات الإنسانية فى الصورة ؟ .

أوضح الفيزيائيون المعاصرون أن هذه الصياغات للتساؤلات أصبحت عديمة المعنى فلم يعد من الممكن أن نعرف المواضع الدقيقة للجُسَيّمات أو لعناصر الإشعاع وحتى إذا أمكننا ذلك فما زال من المستحيل أن نتنبأ بالخطوات التالية ، وما دمنا نتناول عالم الجوامد فقد يجوز أن نصور طبقة سفلية من تحت المكان والزمان حيث تختفى منابع الأحداث ، وقد يكون المستقبل موجوداً ومحتجباً بالفعل ولكنه محدد ومحكوم بصورة لا فكاك منها فى هذه الطبقة السفلية ، ومثل هذه الفرضية على الأقل تناسب كل الحقائق المعروفة فى الفيزياء ، ولكن فى انتقالنا من عالم الظواهر فى المكان والزمان إلى هذه الطبقة السفلية ، يبدو أننا لا نفهم أننا ننتقل من المادية إلى الذهنية أو ربما أيضاً من المادة إلى العقل ، ولعل منابع الأحداث فى هذه الطبقة السفلية تشمل أنشطتنا الذهنية الخاصة بحيث يجوز أن يعتمد مجرى الأحداث فى المستقبل جزئيًّا على هذه الأنشطة الذهنية .

لقد أوضحت الفيزياء الحديثة على الأقل أن مشكلتى السببية وحرية الإرادة فى حاجة إلى صياغة جديدة ، فإذا استطاع المؤمنون بحرية الإرادة أن يشرحوا معنى الحرية لديهم ، وأن يوضحوا بالتحديد نقط الاختلاف مع ما أسميناه بالجبرية غير المدركة ، فمن الممكن أن نتصور أن ما يسعون إليه قد يكون موجوداً لدى الفيزياء الحديثة ، لقد بدت الفيزياء الكلاسيكية وكأنها تغلق الباب المؤدى إلى أى نوع من حرية الإرادة (بالأقفال والترابيس) ، أما الفيزياء الحديثة

فلا تفعل هذا ، فهى تكاد تفترض أن الباب قد لا يكون مغلقاً بالأقفال إذا استطعنا أن نجد المقبض المناسب ، لقد قدمت لنا الفيزياء القديمة كوناً أقرب إلى السجن منه إلى المسكن ، أما الفيزياء الحديثة فتصور لنا كوناً من الممكن تصوره بيتاً مناسباً لسكنى الأحرار ، لا مجرد مأوى للهمج ، بيتاً يمكننا فيه على الأقل أن نطوع الأحداث وفقاً لرغباتنا وأن نحيا حياة السعى والنجاح .

خاتمة

هناك ما يغرينا بأن نختتم المناقشة بتلخيص الاستنتاجات التى توصلنا إليها ، والحقيقة أنه لا توجد استنتاجات نهائية ، أما إذا اضطررنا إلى ذكر استنتاج نهائى ، فلعلنا نقول إن كثيراً من استنتاجات علوم القرن التاسع عشر حول تساؤلات الفلسفة قد عاد من جديد إلى بوتقة الانصهار ، وإنه لا يوجد رأى نهائى فى العلم .

وهذا فى حد ذاته لا يسمح لنا بذكر أى خاتمة إيجابية مهما كان نوعها ، كأن نقول إن المادية قد ماتت ، أو إن التفسير الجبرى للعالم قد أصبح (موضة قديمة) ومع ذلك نستطيع أن نقول إن الجبرية والحرية ، والمادة والمادية فى حاجة إلى أن يعاد تعريفها على ضوء معارفنا العلمية الحديثة ، وبعدها يصبح على المادى أن يقرر لنفسه إن كان النوع الوحيد من المادية الذى يسمح به العلم الآن يصح أن يسمى مادية ، أو إن كان للأشباح المتبقية من المادة أن تسمى مادة أو أى تسمية أخرى ، إنها مسألة اصطلاحات .

إن ما يتبقى فى كل الأحوال يختلف تماماً عن المادة بشحمها ولحمها وعن المذهب المادى المنفر لدى عالم العصر الفيكتورى ، فقد ثبت أن كونه الموضوعى

والمادى لا يتكون إلا مما تركبه عقولنا الذاتية وبهذه الكيفية وغيرها تحركت الفيزياء الحديثة فى اتجاه المذهب الذهنى .

كذلك لا نستطيع أن ندعى أن الفيزياء الحديثة تبرر أى استنتاجات نهائية عن الجبرية أو السببية أو حرية الإرادة ، ولكننا نستطيع أن نقول إنه من بعض النواحى لم يعد المذهب الجبرى ملحاً كما كان منذ خمسين عاماً ، ويبدو أن هناك من الحجج ما يسمح بإعادة تناول المسألة برمتها بمجرد أن يجد أى إنسان سبيلاً لذلك .

لعل هذا يبدو محصولاً مخيباً للآمال نحصده من حقل فى اتساع النشاط العلمى الحديث ، بل ومن ذلك الفرع الذى يقترب جداً من إقليم الفلسفة ، ومع ذلك فقد نتفكر فى أن الفيزياء والفلسفة على أحسن التقديرات لا تتجاوزان فى عمريهما بضعة آلاف من السنين ، وإن كان من المحتمل أن تعيشا آلاف الملايين من السنين التى ما زالت أمامهما .

إنهما قد شرعتا فحسب فى اكتشاف الطريق ونحن ما زلنا كما قال نيوتن مثل أطفال يلعبون بالحصى على شاطئ البحر ، على حين يمتد المحيط الهائل للحقيقة بدون اكتشافٍ بعيداً عن متناولنا ، وليس من المستغرب ألاّ ينجح جنسنا البشرى فى حل أى قدر من مشكلاته الأكثر صعوبة فى الجزء الأول من المليون من وجوده ، ولعل الحياة كانت تعد أدعى للملل لو نجح فى هذا ، ففى نظر الكثيرين ليست المعرفة ذاتها بل السعى وراءها هو الذى يعطينا المتعة الفكرية الأكبر ، فالسفر على أمل خير من الوصول .

تعليقات المترجم

(١) يشير المؤلف إلى القصة التى رواها مؤرخ عصر النهضة الإيطالى فاسارى عن جيوتو ، فقد بعث البابا بيندكت التاسع برسول إلى مدينة فلورنسا لاكتشاف أفضل الرسامين ، وإحضار نماذج من أعمالهم لعرضها على البابا ، وعندما توجه الرسول إلى مرسم جيوتو طلب رسماً يعرضه على البابا ، فماكان من جيوتو إلا أن تناول فرشاة غمسها فى طلاء أحمر ، وبحركة واحدة من ذراعه رسم دائرة كاملة ، قائلا إن فيها الكفاية لكى يتبين منها البابا مقدرة الفنان ، وكان محقا فى هذا ، فقد عهد إليه البابا على الفور بتنفيذ رسوم الفريسك على جدران كنيسة القديس بطرس . **(صفحة ٢٧)**

(٢) ليوبولد كرونيكر : عالم رياضيات المانى (١٨٢٣ – ١٨٩١) اشتهر كرائد فى ميدان الأعداد الجبرية ، وفى وضع قواعد للعلاقة بين نظرية الأعداد ونظرية المعادلات والدوال الاهليلجية .

(صفحة ٣١)

(٣) بإمكان القارئ العربى أن يقرأ عن هذا المذهب عرضا للأستاذ عباس محمود العقاد فى كتابه « الله – كتاب فى نشأة العقيدة الإلهية » ، فى الفصل الذى يحمل عنوان « آراء الفلاسفة المعاصرين فى الحقيقة الإلهية » ص ٢٣٦ الطبعة الثامنة – دار المعارف .

(صفحة ٩٨)

(٤) نصل أوكام : نسبة إلى ويليام الأوكامى (توفى ١٣٤٧) ، وهو فيلسوف مدرسى إنجليزى ، يعتبر المدافع الرئيسى عن المذهب الأسمى فى القرن الرابع عشر الميلادى وكان له تأثير عميق على التفكير المنطقى فى أواخر العصور الوسطى ، ومهدت آراؤه السياسية الطريق لحركة الاصلاح الدينى . وينص مبدؤه على أن « الموجودات لايجب أن تتكاثر إلا بالضرورة » .

"entia non sunt multiplicanda Praeter necessitatem".

وهناك صيغة أخرى معروفة لهذا المبدأ هى « لاداعى لافتراض أشياء كثيرة لالزوم لها »
(صفحة ١١٠)

(٥) هذا الخلاف بين النحو والمنطق تجده فى تاريخ الفكر الإسلامى ، ويستطيع القارئ أن يرجع إلى مناظرات النحاة والمناطقة أو يقرأ آراءهم فى « المقابسات » لأبى حيان التوحيدى – أنظر « المنطق الصورى » للدكتور على سامى النشار ص ٦٤ دار المعارف (١٩٦٥)
(صفحة ١٢٠)

(٦) هاهو عالم الفيزياء ديراك يضع صيغة رياضية تعيد إلى الأذهان آراء « كانت » حول عالم الظواهر وعالم الأشياء فى ذاتها ، لقد استعاد كانت اعتباره بعد الهجوم العنيف الذى تعرض له ، والجديد فى الموضوع أن عالم « الأشياء فى ذاتها » قد تغير إلى عالم « الطبقة السفلية » ، وهو ما أوحت به الخلفية الفيزيائية لديراك .
(صفحة ٢٣٢)

(٧) يذكرنا هذا بفكره الكسب عند فرقة الأشاعرة ، فالأفعال عندهم قدرت أزليًا ، ونصيب العبد من الحرية هو الموقف الذى يتخذه من أحداث العالم ، وهو مايحاسب عليه مادام لايملك حرية الفعل ، وهو مشابه لموقف الفلاسفة الرواقيين من حرية الإرادة ، فهم يرون أن قانون الطبيعة نافذ ، وأنه لامجال للاختيار أو الحرية ، وأن القيمة الأخلاقية لأفعال البشر هى فى الموقف النفسى من هذه الأحداث ، أما الجبرية الحديثة فتحرم البشر حتى من هذه الحرية ، لأن مواقفهم النفسية نفسها أمر محتوم ومقدر سلفا .
(صفحة ٢٨٥)

١٩٨١/٢٤٨٦		رقم الإيداع
ISBN	٩٧٧-٧٣٤٦-٣٧-٩	الترقيم الدولى

١/٨٠/٢٥٦

طبع بمطابع دار المعارف (ج. م. ع.)

هذا الكتاب

تمتد الفيزياء والفلسفة بأصولها إلى العصور المظلمة حين بدأ الإنسان يميز نفسه عن أسلافه البدائيين مكتسبًا خصائص عاطفية وعقلية جديدة ؛ صارت فيما بعد علامات مميزة فى حياته .

إن الهدف الأول من الكتاب هو أن يناقش العلاقة المتبادلة بين الفيزياء والفلسفة فى ضوء التاريخ والتطورات الحديثة ، ومدى تأثير هذه العلاقة على المسائل الفلسفية المختلفة ..

وبهذا يؤصل هذا الكتاب العلاقة الوطيدة بين الطبيعة والفلسفة فى عصر العلم والتكنولوجيا والتفكير العقلى ..

